

Exposition universelle 1889

George Bibescŭ


L·O·R·R·A·I·N·E
E·D·W·A·R·D
W·A·L·T·E·R
πάντα·ῥεῖ



CAUSERIES

SCIENTIFIQUES

VINGT-NEUVIÈME ANNÉE

EXPOSITION UNIVERSELLE

1889

HENRI DE PARVILLE

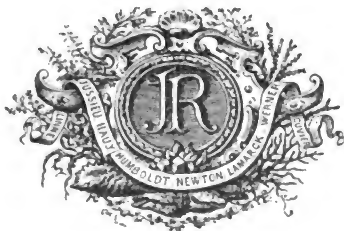
CAUSERIES SCIENTIFIQUES

DÉCOUVERTES ET INVENTIONS

PROGRÈS DE LA SCIENCE ET DE L'INDUSTRIE

VINGT-NEUVIÈME ANNÉE

L'EXPOSITION UNIVERSELLE



PARIS

J. ROTHSCHILD, ÉDITEUR

13, RUE DES SAINTS-PÈRES, 13

1890



Carnot



Carnot

HENRI DE PARVILLE

L'Exposition Universelle

LETTRE-PRÉFACE

PAR

A. ALPHAND

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur général des Travaux de la Ville de Paris

ORNÉ DE 700 VIGNETTES



PARIS

J. ROTHSCHILD, ÉDITEUR

13, RUE DES SAINTS-PÈRES, 13

1890



MINISTÈRE
U COMMERCE
ET
E L'INDUSTRIE

)SITION UNIVERSELLE
DE 1889

CABINET
DIRECTEUR GÉNÉRAL
DES TRAVAUX

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, Champ de Mars, le 20 Décembre 1889.

Monsieur,

Vous avez bien voulu me communiquer les épreuves d'un livre que vous vous proposez de publier sur l'Exposition Universelle de 1889, et dont la rédaction a été confiée à M. Henri de Parville.

J'ai parcouru avec un vif intérêt cet ouvrage qui me paraît donner une idée exacte de la grande manifestation nationale qui vient de se terminer, en jetant sur notre pays un si glorieux éclat. La participation que j'y ai prise, sera le plus grand honneur de ma longue carrière.

Le talent de M. de Parville s'affirme une fois de plus dans cette œuvre, à laquelle il

[illegible]

a su donner une forme attrayante, et je pense que son livre fournira des informations utiles à tous ceux qui se sont intéressés à notre grande Exposition du Centenaire, véritable revanche pacifique des malheurs immérités de la France.

Agréez, Monsieur, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le Directeur général des Travaux
de l'Exposition Universelle de 1889,

A. Alphand



ous tenons à mentionner en tête de ce livre, et dans l'ordre des chapitres, les noms des personnes qui ont bien voulu mettre à notre disposition des documents, des dessins, des croquis ou des photographies.

Nous devons particulièrement des remerciements à MM. Lion, Laforcade, Dutert, Blavette, Bouvard, Formigé, Bechmann, Rau, F. de Dartein, Boulard, Demontzey, de Gayffier, René Daubrée, Duplan, de Tavernier, Brown;

Et pour l'illustration du volume, à M. Boyer

(Maison VAN BOSCH*); à MM.* HOCHEREAU, HUBERT, LALLEMAND, DE GAYFFIER, SARDI, ABADIE, MIZON, TRONQUOIS *et* WEBER*;*

Enfin à MM. BERTHAUD *frères et à M.* LÉVY*, qui nous ont autorisés à puiser largement dans les remarquables collections de photographies, qu'ils ont réunies pendant toute la durée de l'Exposition.*



SOMMAIRES DES CHAPITRES

I. — EXPOSITION DE 1889 — PRÉLIMINAIRES.

Pages.



II. — ITINÉRAIRE A TRAVERS L'ENCEINTE — CHAMP-DE-MARS — TROCADÉRO — ESPLANADE DES INVALIDES.

III. — LA FOULE — LA CIRCULATION — LA STATISTIQUE — LES FÊTES DE L'EXPOSITION.

IV. — PREMIERS TRAVAUX — PARCS ET JARDINS.

V. — PALAIS DES MACHINES.

VI. — PALAIS DES INDUSTRIES DIVERSES — PALAIS DES BEAUX-ARTS — PALAIS DES ARTS LIBÉRAUX.

VII. — SERVICE MÉCANIQUE.

VIII. — SERVICE HYDRAULIQUE.

IX. — LES FONTAINES LUMINEUSES.

XIII. — PAVILLON DES TRAVAUX PUBLICS — PONTS NAVIGATION INTÉRIEURE.

Pages.

XIV. — PAVILLON DES TRAVAUX PUBLICS — CANAUX PHARES — BALISES.

XV. — LE PAVILLON DES FORÊTS.



CAUSERIES SCIENTIFIQUES

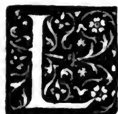
— VINGT-NEUVIÈME ANNÉE —

I

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

PRÉLIMINAIRES

Avant l'ouverture. — Les préliminaires. — Détails rétrospectifs. — De 1884 à 1889. — La date du Centenaire. — Période d'études. — Commissariat, direction. — Les dépenses en 1867 et en 1878. — Les crédits pour 1889. — L'État, la Ville et l'Association de garantie. — Nouvelle combinaison. — Les bons de l'Exposition. — Période d'exécution. — Classification et groupement des produits. — Les comités d'admission et d'installation. — Les exposants et les visiteurs en 1867, 1878 et 1889. — Surfaces couvertes. — L'enceinte de 1889. — Dimensions, superficie. — Trocadéro, quai d'Orsay, esplanade des Invalides. — Les palais du Champ-de-Mars. — Plan général. — Innovations. — Caractère des nouvelles constructions. — Les travaux. — Prix d'exécution. — Nations étrangères. — L'ouverture.

E 10 novembre 1884, le *Journal officiel* publiait le décret suivant :

« Art. 1er. — Une Exposition universelle des produits s'ouvrira à Paris le 5 mai 1889 et sera close le 31 octobre suivant. —



Première Exposition ayant eu lieu sur la Place des Invalides.



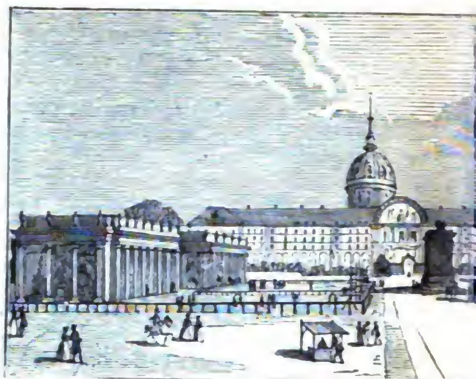


Fig. 3. — Quatrième Exposition des p

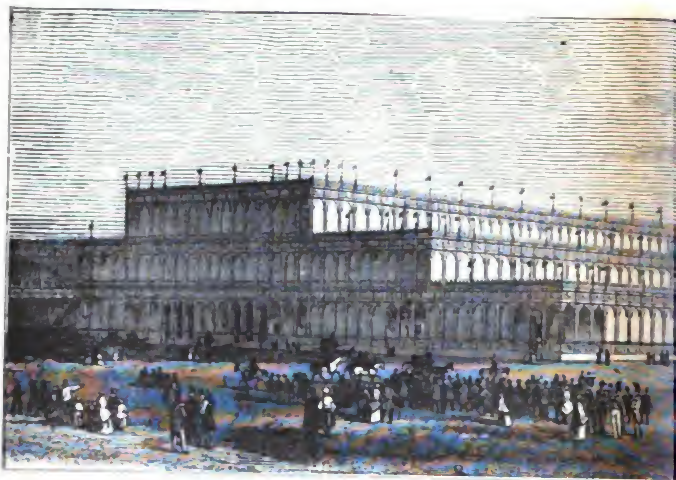
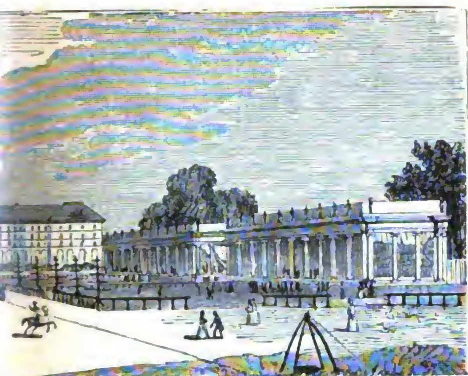


Fig. 4. — Palais de l'Ex

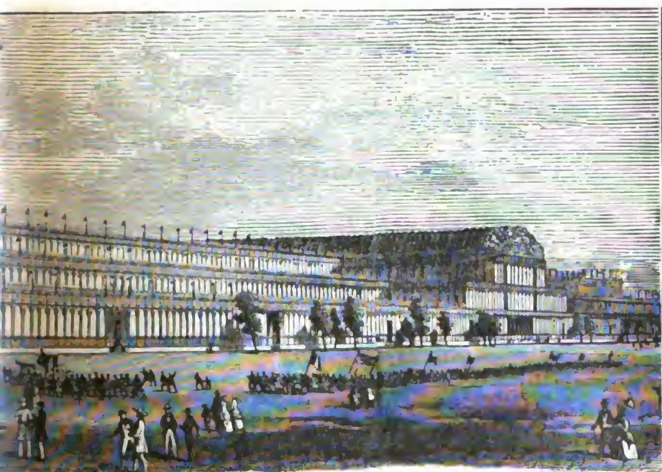




Première
Exposition
ayant eu lieu
sur la Place
des
Invalides.



ctions de l'Industrie française en 1806.



ition de Londres en 1852.

ART. 2. Les produits de toutes les nations seront admis à cette Exposition. »

Ce décret en date du 8 novembre était précédé d'un rapport de M. Maurice Rouvier, alors ministre du commerce, à M. le Président de la République. Le ministre rappelait que la République avait institué la première Exposition de l'industrie française en 1798. La France a déjà vu quatorze Expositions ; pendant la première moitié du siècle, elles furent exclusivement nationales ; c'est en 1855 qu'eut lieu la première Exposition internationale de Paris. Depuis, ces grands concours se sont renouvelés à échéance à peu près fixe tous les 11 ou 12 ans : 1855, 1867, 1878. La date de 1889 était par cela même tout indiquée ; elle venait à son heure, et, dit le ministre, « elle était d'autant plus indiquée qu'elle coïncidait avec le Centenaire d'une hégire chère au patriotisme français ». On aurait pu ajouter que 1889 marquait l'anniversaire d'une époque importante dans l'histoire des progrès de la science et de l'industrie. C'est effectivement autour de l'année 1889 que Volta et Galvani jetaient les fondements de la science électrique ; que Fulton prenait ses premiers brevets ; Vaucanson établissait à Lyon le premier métier perfectionné du système Jacquard, Oberkampf installait la première manufacture de toiles peintes, Philippe de Girard inventait la machine à filer le lin ; à la même époque encore les frères Montgolfier s'élevaient dans les airs. 1789 est donc une date scientifique.

L'Exposition de 1867 avait été décidée en 1863 ; celle de 1878, seulement en 1876 ; l'expérience avait montré que ce délai était insuffisant pour mener à bonne fin une entreprise aussi considérable. Aussi le ministre

faisait remarquer qu'un intervalle de quatre années n'était pas de trop pour réaliser l'Exposition prochaine. La période d'exécution implique toujours une période de préparation et d'organisation. Aussi, après le décret relatif à l'Exposition, parut immédiatement un décret constituant une commission consultative sous la présidence de M. Antonin Proust. Dans un rapport au ministre, publié le 14 mars 1885, le président de la commission définit ainsi le concours de 1889 : « L'Exposition prochaine aura le caractère d'une exposition centennale, résumant ce que la liberté du travail inaugurée en 1789, — date économique en même temps que date politique, — a produit de progrès au cours du siècle qui vient de s'écouler. C'est à l'examen de la situation économique universelle que sont conviées toutes les nations. » Tels sont, brièvement, les origines de l'Exposition qui va s'ouvrir à Paris dans quelques jours,

A vrai dire, c'est seulement dans les premiers mois de 1886 que l'on commença à entrer avec décision dans la phase de réalisation. Un décret du 30 juillet 1886 régla l'organisation et les attributions du personnel supérieur. Pour la première fois, le Commissariat général resta dévolu au ministre du commerce. M. Alphand, que l'opinion publique désignait déjà pour ces fonctions difficiles, fut nommé directeur général des travaux ; M. Georges Berger, qui avait fait ses preuves dans les Expositions précédentes, fut nommé directeur général de l'exploitation ; enfin, on créa une direction générale des finances pour la comptabilité, et ce poste fut confié à M. Grison.

Dès le 7 juillet avait été promulguée la loi de finances.

Il fallait bien songer tout d'abord aux moyens d'exécution. En 1867, l'État et la Ville avaient fourni une subvention ferme de 12 millions qui ne devaient

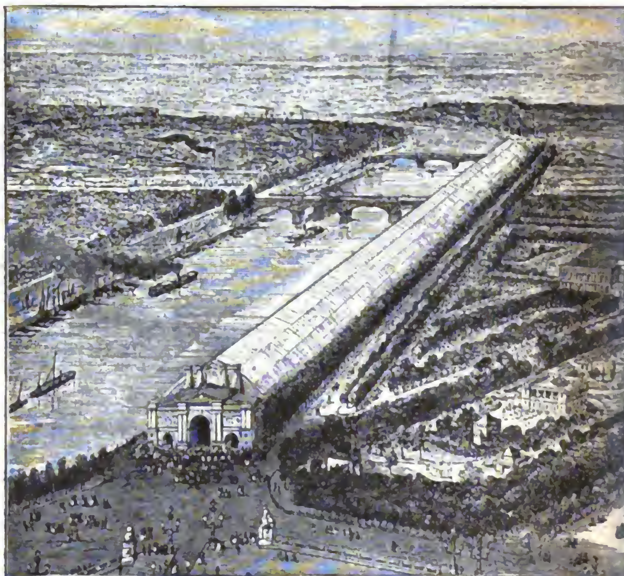
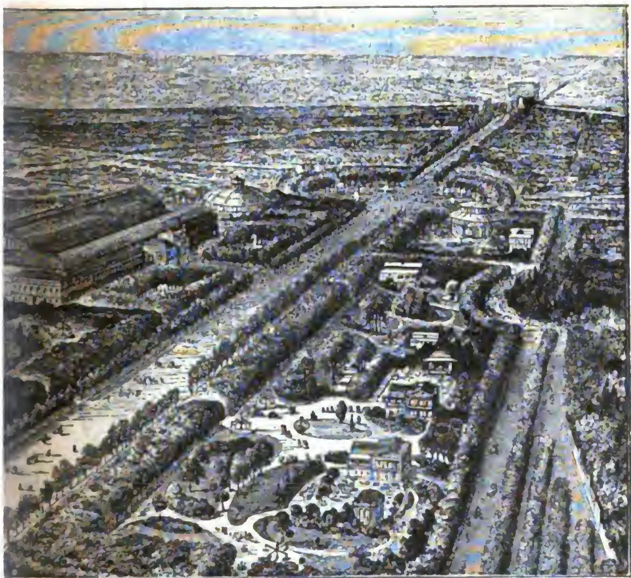


FIG. 5. — Vue à vol d'oiseau de l'Expo

pas être remboursés. Une société de garantie s'était aussi constituée; elle devait fournir une somme de 6 millions en cas d'insuffisance. Non seulement la société n'a pas eu à débourser d'argent, mais elle a réalisé un bénéfice assez considérable résultant

de l'excédent des recettes sur les dépenses. En 1878, l'État seul, avec le concours de la Ville, exécuta l'opération : il y a eu 20 millions de déficit. On



universelle de 1855 (Champs-Élysées).

résolut cette fois de s'en tenir au premier système.

Pour faire face aux dépenses de toute nature, on adopta le chiffre de 1878 en défalquant les 10 millions qu'avaient coûté les constructions du Trocadéro, soit la somme de 43 millions. Les dépenses ont été évaluées

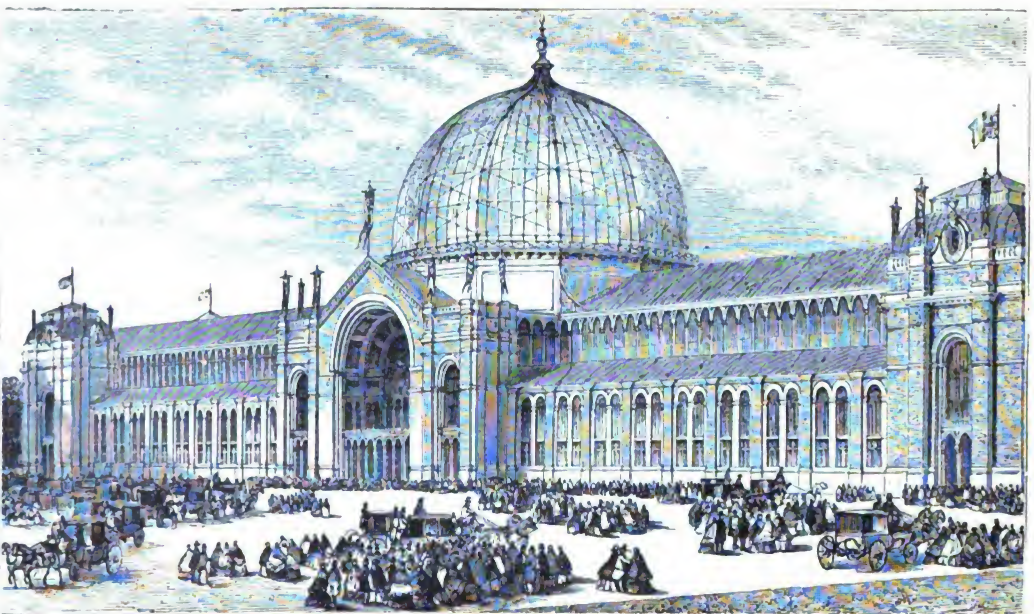


Fig. 6. — Palais de l'Exposition universelle de 1862, à Londres.

à 43 millions, en déduisant bien entendu la valeur des matériaux de démolition à revendre. L'État participait pour 17 millions, la ville pour 8 millions et la différence, soit 18 millions, était fournie par une Association de garantie. Si les recettes dépassaient 18 millions, l'excédent serait partagé comme en 1867 entre les trois parties contractantes. Sur ces 18 millions de recettes probables, les entrées ne figuraient que pour 14 ou 15 millions; c'est le chiffre auquel on est conduit en prenant pour point de comparaison celui de 1878, et en tenant compte du développement qu'ont pris, depuis cette époque, le goût et la facilité des voyages.

Le 11 octobre 1886, un décret instituait auprès du commissaire général une commission de contrôle et de finances composée de membres représentant l'État, la Ville et l'Association de garantie dans la proportion respective de leurs contributions.

Pour sauvegarder les intérêts de l'Association de garantie, la commission de contrôle et de finances, par délibération en date du 4 mars 1887, dut interdire d'une manière absolue la délivrance des entrées gratuites en dehors des exposants et du personnel, alors qu'en 1878 on avait délivré 2,267,000 entrées aux instituteurs, aux élèves de diverses écoles, aux orphelinats et aux délégations ouvrières. On s'aperçut beaucoup plus tard que cette clause de la convention présentait, à notre époque, de sérieux inconvénients. Aussi, pour y remédier et pour obtenir en même temps de nouvelles ressources reconnues nécessaires, on songea à appliquer une combinaison ingénieuse qui a rendu toute liberté à l'État ; nous faisons allusion à l'émission des bons de l'Exposition. Une convention fut passée le 20 mars 1889

entre M. Tirard, président du Conseil, commissaire général, et M. Christophle, gouverneur du Crédit foncier de France, opérant pour le compte d'un groupe d'établissements de crédit, à l'effet d'émettre 1,200,000 bons de 25 francs munis chacun de 25 tickets d'entrée.

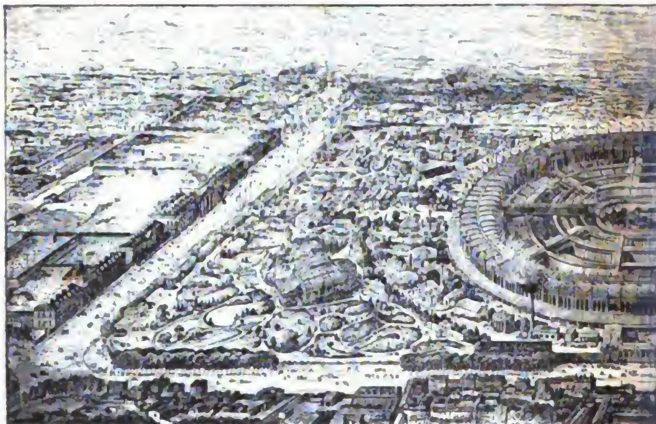
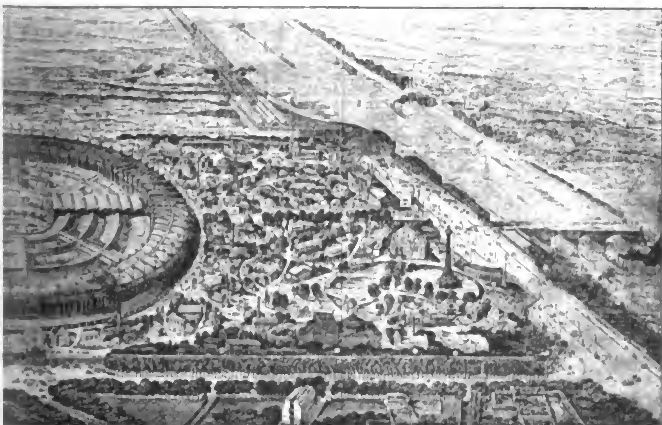


Fig. 7. — Vue à vol d'oiseau de

Le Sénat et la Chambre ayant adopté la loi approuvant cette convention, elle fut promulguée le 4 avril 1889. La nouvelle combinaison présente beaucoup d'avantages. L'Association de garantie est désintéressée et disparaît. La nouvelle Société verse en quatre mois les 18 millions à sa place, plus 3 millions 1/2 de crédits supplémentaires, soit 21,500,000 francs. Le maximum de dépenses, fixé primitivement à 43 millions par la loi de

juillet 1886, est porté à 46,500,000 francs. En revanche, la Société obtient de l'État 30 millions de billets d'entrée et une autorisation de loterie. Elle a émis par souscription publique 1,200,000 bons qui participeront à 81 tirages, dont 6 auront lieu pendant la durée



osition universelle de 1867 à Paris.

de l'Exposition. Chaque bon de 25 tickets sera, en outre, remboursé au pair en 75 ans. On sait le grand succès qu'a eu l'opération. Les 30 millions ainsi réalisés et dont le placement d'ailleurs avait été garanti par les établissements de crédit seront employés comme suit :

18 millions à encaisser par le Trésor ;

3,500,000 pour les crédits supplémentaires, frais de médailles, frais de voyages des délégations, etc.

5,500,000 francs seront réservés pour assurer le paiement des 4 millions de francs de lots et le remboursement en 75 ans des 1,200,000 billets à 25 francs.

3 millions seront consacrés aux frais d'émission. Commission de garantie (1 fr.25 par bon), 2,500,000 fr. Commission des guichets (75 centimes par bon), 900,000 francs. Frais de confection des billets, etc., 600,000 francs.

Il va de soi que la combinaison laisse, de plus, intactes les recettes de l'Exposition autres que les droits d'entrée au moyen de tickets détachés des bons, c'est-à-dire les cartes d'abonnement, les redevances, la revente des matériaux, etc. Ces recettes, qui s'élèveront encore à un chiffre respectable, seront affectées à payer les dépenses qui viendront en excédent : elles serviront notamment à solder la somme de 1,800,000 francs à laquelle est fixé, à forfait, le remboursement à effectuer au syndicat des électriciens qui devait se rémunérer primitivement sur les recettes du soir.

En sorte qu'en définitive la convention des bons aura pour résultats immédiats de provoquer dans le public international un grand mouvement en faveur de l'Exposition, d'éviter de demander aux Chambres des crédits supplémentaires, d'augmenter le nombre des visiteurs, de développer en conséquence les recettes accessoires, de procurer de nouveaux profits aux industries s'exerçant dans l'Exposition, de rendre à l'État les produits des concessions diverses, cafés, restaurants, exhibitions, théâtres, auditions, etc., et surtout de lui donner la possibilité pleine et entière de conserver les constructions les plus remarquables, telles que les Palais des Machines, des Arts libéraux, des Beaux-

Arts, etc., dont la démolition forcée eût été regrettable. Bref, la combinaison a plu et a donné satisfaction à tout le monde. Le Crédit foncier s'est chargé à forfait de la capitalisation des fonds sur la base de 3 1/4 p. 100, et il n'est pas douteux que, faisant ses placements à un taux plus élevé, il n'en retire de son côté quelques bénéfices, juste rémunération de ses peines.

Les moyens d'exécution assurés, on s'occupa de la classification des produits. La commission d'études adopta tout simplement la liste de 1878 qui n'était à peu de choses près que l'excellente classification de M. Le Play de 1867. On admit 9 groupes.

1° Beaux-Arts ; 2° Éducation et Enseignement ; 3° Mobilier et Accessoires ; 4° Tissus, Vêtements et Accessoires ; 5° Industries extractives, Produits bruts et ouvrés ; 6° Outillages et produits des industries mécaniques ; 7° Produits alimentaires ; 8° Agriculture, Viticulture et Pisciculture ; 9° Horticulture.

Chacun de ces groupes se subdivise lui-même en plusieurs classes. On compte 83 classes au total ; chaque classe a eu son comité spécial d'admission, puis son comité d'installation. Enfin on a institué un comité supérieur de revision, présidé par M. Teisserenc de Bort et formé des présidents et secrétaires de groupe. Cette organisation est bonne et on y est d'ailleurs habitué depuis vingt ans.

Il s'est agi ensuite de fixer l'emplacement de la future Exposition. Nous avons vu se reproduire en 1886 toutes les discussions et les hésitations que nous avions eu à noter autrefois. En 1867, on avait parlé du plateau de Courbevoie, du parc des Princes, de Grenelle, du parc de Bercy d'une superficie de 64 hectares, de la

plaine Monceau, alors vide de ses hôtels, de Saint-Ouen, des Champs-Élysées, de l'esplanade des Inva-

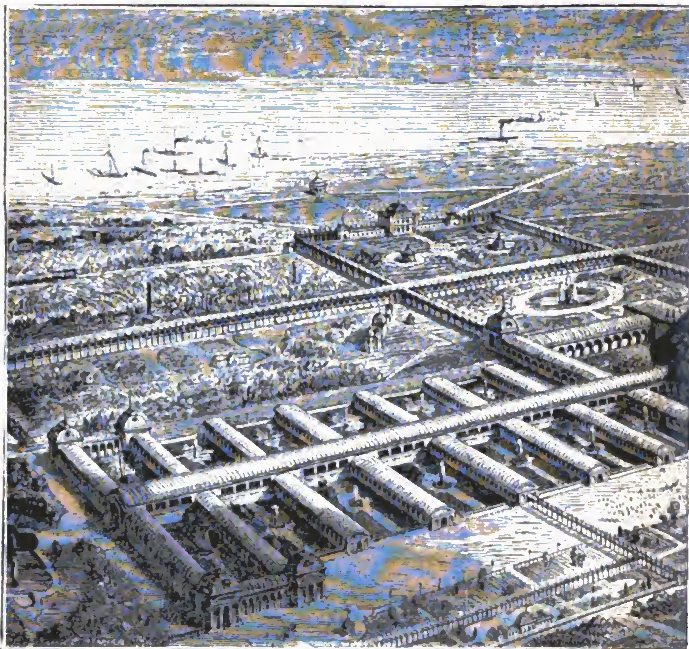
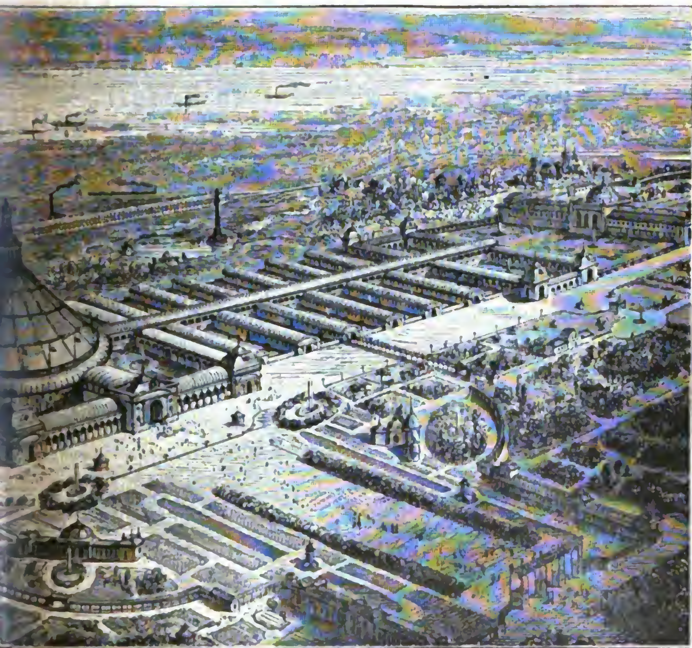


Fig. 8. — Vue à vol d'oiseau de l

lides réunie au Palais de l'Industrie par un pont ; on avait imaginé de couvrir la Seine par un plancher ; avec l'espace compris entre le pont des Invalides et le pont de la Concorde on obtenait une superficie de

55,000 mètres (1), etc. Finalement, on avait donné la préférence au Champ-de-Mars. C'est encore à cette



...tion universelle de 1873, à Vienne.

solution agrandie que l'on a dû s'arrêter en 1889.

En 1855, il y avait eu 24,000 exposants ; en 1867, il

(1) Consulter notre guide : *l'Exposition de 1867*, avec préface de M. Le Play.

y en eut 50,226 et le nombre des visiteurs dépassa 10 millions. La surface totale du Palais couvrit 15 hectares et demi, y compris les 5,700 mètres du jardin intérieur; l'exposition agricole avait été placée dans l'île de Billancourt.

En 1878, il y eut 53,100 exposants et 12 millions de visiteurs. Le Palais occupait, à lui seul, plus de 25 hectares. Et le Trocadéro avec son nouveau palais faisait partie de l'enceinte.



FIG. 9. — Exposition de Philadelphie.
Pavillon du Travail des femmes.

En 1889, les chiffres ne sont pas encore arrêtés au moment où ce livre est livré à l'impression parce que cette fois on a continué d'admettre de nouveaux exposants après l'ouverture. Toutefois on peut dire que le nombre des seuls exposants français dépassera 30,000. On peut estimer aussi à environ 20,000 au moins le nombre des étrangers. Au total, le nombre des exposants sera de plus de 50,000.

Le nombre des visiteurs payants pendant les 185 jours qu'a duré l'Exposition, 6 mai-6 novembre, a été

de 25,398,609, soit comparativement à 1878 un excédent de 12,881,614, et en 1878 l'Exposition, ouverte le 1er mai, n'avait été fermée que le 10 novembre.

Certains dimanches ou jours de fête, le nombre de visiteurs a atteint 320,000 et même 380,000. Souvent le dimanche, les entrées ont dépassé 225,000. En 1889, la moyenne journalière des visiteurs a été de 137,289. C'est le 10 mai, un vendredi, que les entrées ont été les moins nombreuses, soit 36,922. Le chiffre le plus



Fig. 10. — Exposition de Philadelphie.
Pavillon de l'Horticulture.

élevé a été atteint le 13 octobre, soit 402,065. Ensuite vient le jour de la clôture où l'on a relevé 395,033 visiteurs et 511,297 tickets.

Sur les 185 jours d'ouverture, les entrées se répartissent ainsi :

8	jours jusqu'à		50,000
41	jours de	50,000 à	100,000
86	—	100,000	150,000
19	—	150,000	200,000
19	—	200,000	250,000
5	—	250,000	300,000
5	—	300,000	350,000
2	—	350,000	400,000

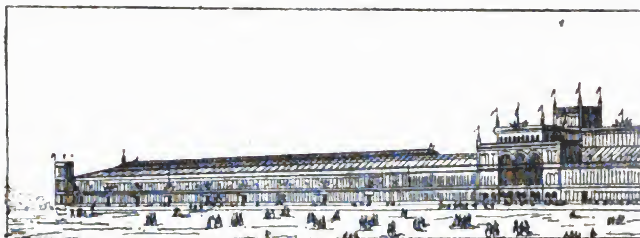


Fig. 11. — Vue de l'Ex

Dessins d'après l'ouvrage de Dorsey Gardner, secrétaire de la Commission d'État centennal

Pavillon des Beaux-Arts.



Fig. 12. Exposition de Philadelphie.

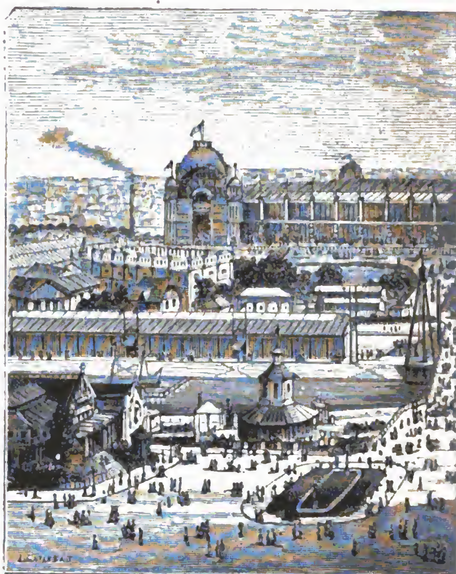
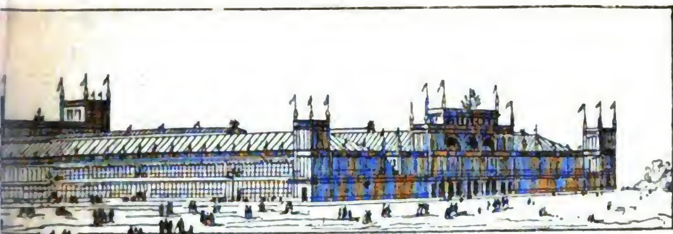
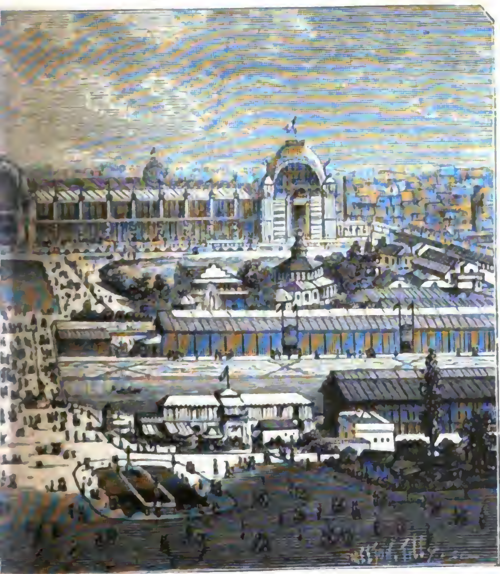


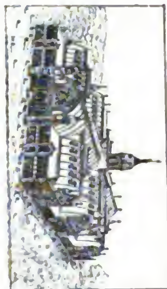
Fig. 14. — Vue à vol d'oi



n de Philadelphie, en 1876.
xposition internationale de 1876, publié en 1880 à Washington par l'Imprimerie du Gouvernement.

Fig. 13. Exposition de Philadelphie.





Pavillon de l'Agriculture.

e l'Exposition de 1878, à Paris.

Le soir on exigeait 2 tickets et certains jours de fête 3 tickets. Voici les nombres de tickets perçus :

MOIS.	1867.	1878.	1889.
Mai.	1,224,184	1,278,860	2,610,813
Juin.	1,357,937	1,954,103	4,338,869
Juillet	1,264,358	1,823,176	4,544,196
Août	1,276,019	1,959,334	4,977,092
Septembre	1,328,196	2,720,595	5,246,704
Octobre.	1,729,226	2,303,403	4,820,869
Novembre.	227,289	584,376	1,610,810
TOTAUX. . . .	8,407,209	12,623,847	28,149,353
Soit, en faveur de 1889, une différence de. .			12,881,614

En 1889, la moyenne journalière des tickets perçus a été 152,158 et la somme totale 28,149,353. On n'a pas été bien loin du montant de l'émission.

La moyenne générale paraît devoir se rapprocher de 140,000 entrées quotidiennes payantes.

En 1889, les exposants réclamant de grands espaces, il fallait prévoir un emplacement considérable. Les 45 hectares du Champ-de-Mars eussent été complètement insuffisants. Aussi, au Champ-de-Mars a-t-on ajouté d'abord les jardins du Trocadéro comme en 1878, ensuite tout le quai d'Orsay avec les berges de la Seine et toute l'esplanade des Invalides. L'enceinte fermée de l'Exposition est immense. On a clos tous ces emplacements et jeté d'élégantes passerelles sur les rues et les avenues qu'il a fallu traverser pour laisser la circulation libre. C'est ainsi que l'on passe du Champ-de-Mars au Trocadéro par deux ponts jetés au-dessus de l'avenue de Versailles. On traverse la tranchée du quai d'Orsay sur deux ponts ; on passe sur un pont démontable avec arc de triomphe sur le carrefour de



Président du Conseil, Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies,
Commissaire général de l'Exposition universelle de 1889.

E

l'Alma. On trouve un dernier pont au-dessus du carrefour de Latour-Maubourg.

Le Champ-de-Mars seul mesure environ 1,100 mètres de long, de l'École-Militaire à la Seine, et 470 mètres de large; le Trocadéro a environ 360 mètres de pro-

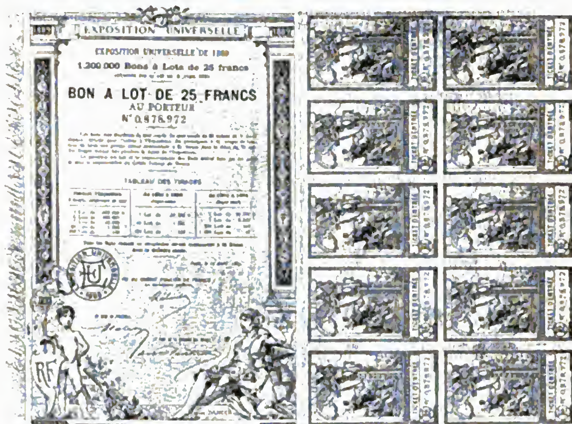


FIG. 16. — Bon à Lot. — Réduction d'une partie avec 10 Tickets.

fondeur sur 470 mètres de large; le quai d'Orsay, plus d'un kilomètre; l'Esplanade, à peu près 500 mètres sur 300 mètres; ce qui conduit à un développement direct de près de 8 kilomètres. Le visiteur qui aura parcouru toute l'enceinte, avec les berges, les diverses allées, les galeries, etc., aura certainement effectué un trajet de plus de 60 kilomètres.

L'Exposition occupe au total 20 hectares de plus qu'en 1878, soit 70 hectares, non compris les berges de la Seine.

Au Champ-de-Mars, qui reste la partie principale et maîtresse de l'Exposition, on a placé les sections des beaux-arts, des arts libéraux, des industries diverses et des machines ; au Trocadéro, l'horticulture ; au quai d'Orsay, les produits et appareils agricoles, les produits alimentaires; à l'esplanade des Invalides, les expositions



Fig. 17. — Exposition universelle de 1889.
Vue du Champ-de-Mars avant le premier coup de pioche.

du ministère des colonies et des pays de protectorat.

En 1867, le Palais du Champ-de-Mars offrait l'aspect d'un colisée gigantesque, de 1 kilomètre et demi de pourtour, 1 kilomètre dans la plus grande largeur, 380 mètres dans sa plus petite, comprise entre les avenues de La Bourdonnais et de Suffren. Les galeries étaient circulaires d'une part et rayonnantes de l'autre. L'arrangement combiné par M. Le Play, sorte de table de Pythagore, était tel qu'en suivant une galerie circulaire, on voyait bien groupés les produits similaires de

toutes les nations ; en longeant au contraire une galerie rayonnante, on passait en revue l'exposition collective de tout un peuple. En 1878, M. Krantz construisit un immense rectangle raccordé à des demi-circonférences ; la largeur regardant la Seine était de 350 mètres, la longueur de 718 mètres.

On avait conservé pour le groupement les principes de M. Le Play. Les objets de même nature étaient installés dans les galeries longitudinales, et les galeries transversales limitaient les expositions de chaque peuple.

On critiqua à cette époque les perspectives interminables des galeries droites, comme on s'était plaint antérieurement des galeries courbes.

Cette fois, on ne pourra adresser les mêmes reproches aux dispositions adoptées ; on n'a rien emprunté au passé, le plan est nouveau ; pour rompre toute monotonie, à l'ancien groupement méthodique on a presque partout substitué l'ordre disséminé.

Pour les constructions, on avait jusqu'ici un peu négligé le côté artistique. On a fait appel aux architectes.

A la suite d'un concours, les trois premiers prix furent donnés à M. Dutert, à M. Formigé et à M. Eiffel. M. Alphand dressa les plans définitifs qui furent adoptés en principe, et dès le mois d'août 1887, on commençait les études préparatoires. Les travaux préliminaires de nivellement du Champ-de-Mars et de création du réseau d'égouts étaient menés rapidement par M. Lion.

Dès le mois d'octobre, on donnait les premiers coups de pioche et, en novembre, la plupart des chantiers étaient organisés. Depuis on a travaillé sans relâche ; il aura fallu à peine deux ans et demi pour accomplir cette œuvre prodigieuse et colossale

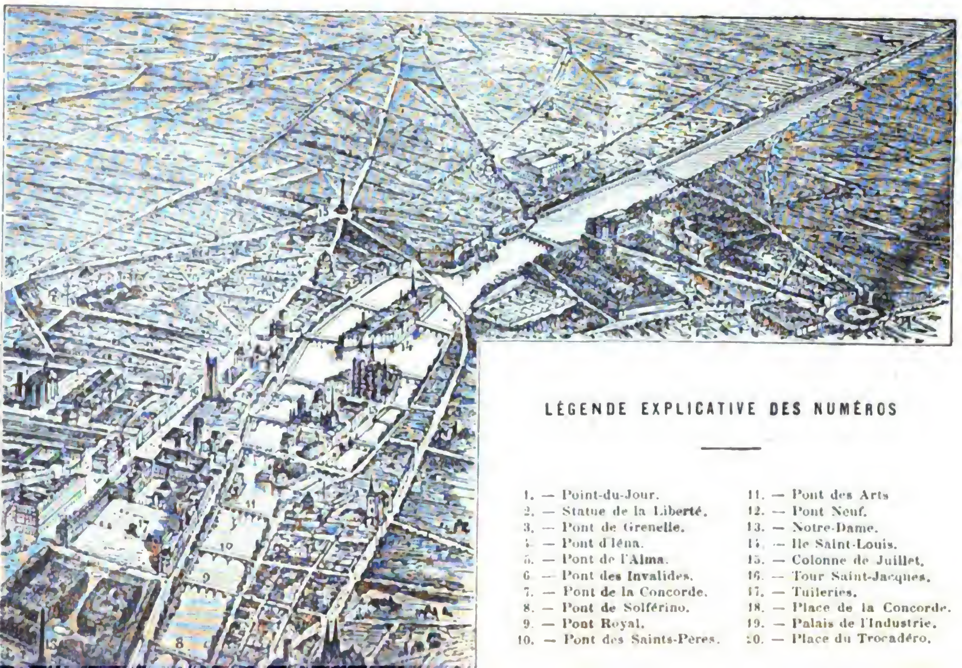
qui fait l'étonnement des personnes compétentes.
Cette fois, plus d'édifice au milieu du Champ-de-



Teisserenc de Bort

Sénateur, ancien Ministre de l'Agriculture et du Commerce
Président de la Commission des travaux, Président du Jury supérieur

Mars ; l'emplacement central reste libre, c'est un parc ; au fond et sur les côtés, les constructions ! Le plan général affecte assez exactement la forme d'un grand **U**.



LÉGENDE EXPLICATIVE DES NUMÉROS

1. — Point-du-Jour.
2. — Statue de la Liberté.
3. — Pont de Grenelle.
4. — Pont d'Iéna.
5. — Pont de l'Alma.
6. — Pont des Invalides.
7. — Pont de la Concorde.
8. — Pont de Solférino.
9. — Pont Royal.
10. — Pont des Saints-Pères.
11. — Pont des Arts
12. — Pont Neuf.
13. — Notre-Dame.
14. — Ile Saint-Louis.
15. — Colonne de Juillet.
16. — Tour Saint-Jacques.
17. — Tuileries.
18. — Place de la Concorde.
19. — Palais de l'Industrie.
20. — Place du Trocadéro.

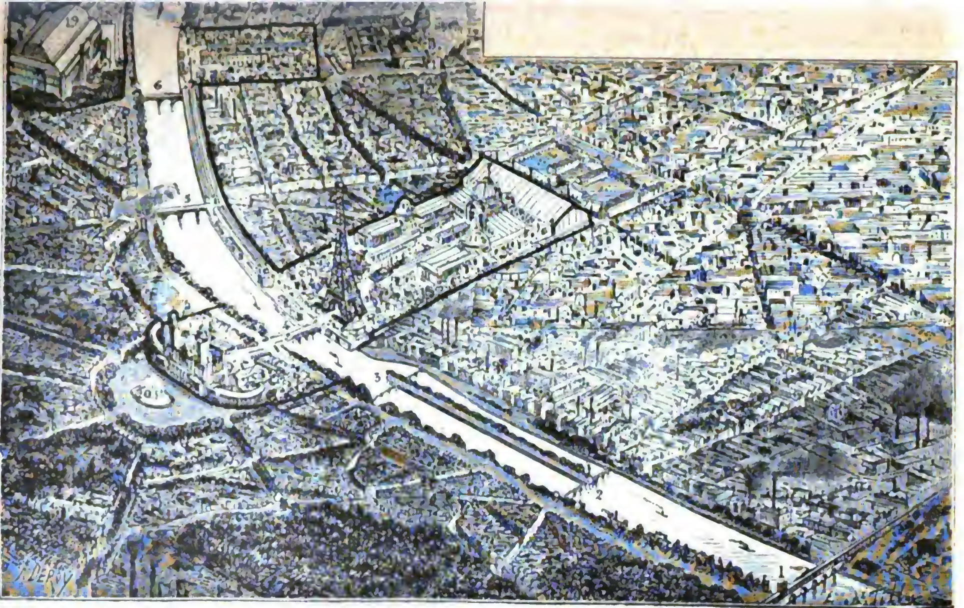


Fig. 19. — Vue à vol d'oiseau du cours de la Seine avec l'indication de l'enceinte générale de l'Exposition.

La petite branche transversale est représentée par les galeries qui se développent en largeur, parallèlement à l'École-Militaire, l'immense galerie des Machines au fond; puis, successivement les unes en avant des autres, les galeries des Industries diverses. Les deux grandes branches de l'**U** sont représentées d'abord par un prolongement du palais des Industries diverses et ensuite par le palais des Beaux-Arts et par le palais des Arts libéraux qui forment ailes de chaque côté et se dirigent vers la Seine. Leurs deux façades s'arrêtent à 50 mètres des piliers de la tour Eiffel.

Les constructions, galerie des Machines et galerie des Industries diverses, absorbent, à l'extrémité du Champ-de-Mars, une longueur de 400 mètres; les deux ailes des Industries diverses, 150 mètres; celles qui leur font suite, des palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, 230 mètres. Le visiteur aura donc encore 630 mètres à franchir pour atteindre le palais des Industries diverses, soit qu'il traverse le jardin central, soit qu'il passe par un des palais latéraux, s'il pénètre dans l'enceinte par le pont d'Iéna, la véritable entrée d'honneur de l'Exposition. Toute la partie comprise entre les branches de l'**U**, entre les palais longitudinaux, est réservée à des pelouses, à des jardins, à la grande fontaine monumentale, etc. La Ville de Paris a élevé aussi deux pavillons consacrés à l'exposition de ses services administratifs, à droite et à gauche, entre les deux branches en fer à cheval du palais des Industries diverses.

Ce plan est très réussi; les façades et les perspectives des palais sont à la fois grandioses et agréables à l'œil; nous y reviendrons lorsque nous parlerons de

la construction des diverses galeries. Le parc au milieu duquel s'élèvent les constructions isolées, a été



Directeur des Travaux de la Ville de Paris, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur général des Travaux de l'Exposition universelle de 1889, Commissaire général des Fêtes.

planté de vieux arbres qui ont très bien repris sur ce terrain remanié. On croirait qu'ils ont poussé sur place. On a créé de toutes pièces comme un parc séculaire.

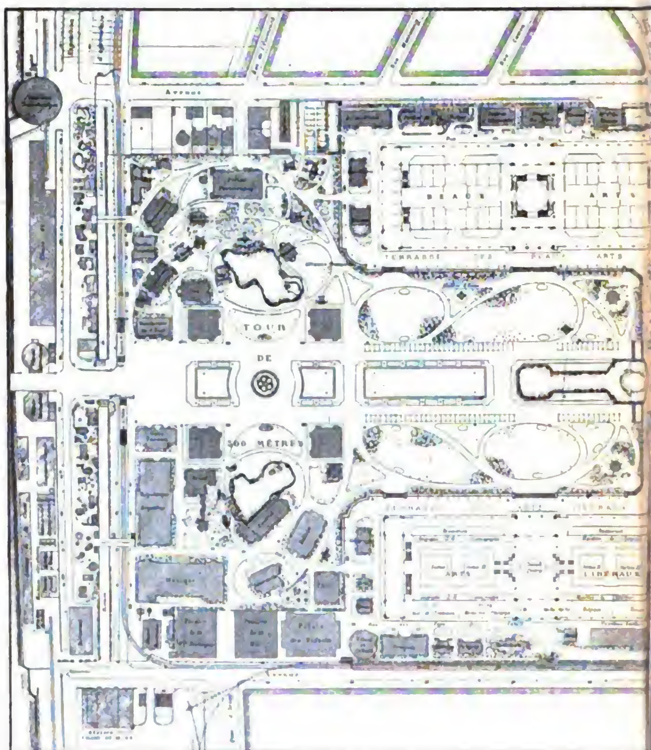
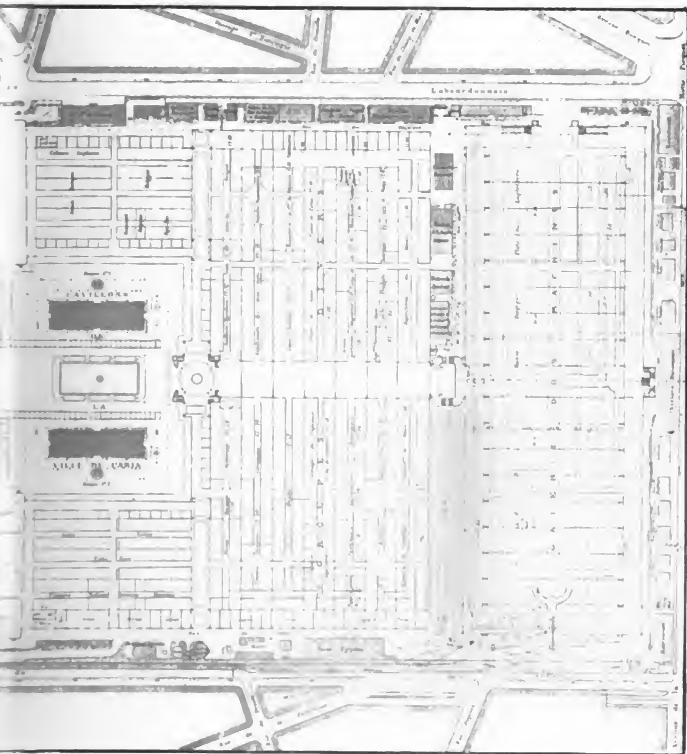


FIG. 21. — Exposition universelle de 1889. — Pla



…éral du Champ-de-Mars. — Palais, Pavillons et Jardins.

L'impression générale est vraiment satisfaisante. Le rédacteur en chef d'un journal anglais (1) formulait ainsi son opinion quelques semaines avant l'ouverture:

« L'Exposition de 1889 sera la plus colossale et la plus extraordinaire que l'univers ait jamais vu. »

Et il ajoutait :

« Les Français aiment à faire grand ; ils sont en train de prouver une fois de plus qu'ils s'y entendent. Leur Exposition du Centenaire de 1789 est déjà absolument stupéfiante ; ni les peines, ni l'argent n'ont été ménagés. Rien de mesquin n'afflige le regard ; jusque dans la plus petite charpente de fer, le sentiment artistique et le goût éclatent. Le résultat est de nature à démontrer à l'univers que la France est toujours la plus laborieuse et la plus artiste des nations, et qu'une fois résolue à faire une chose, elle sait s'y mettre corps et âme. L'Exposition va attirer à Paris la moitié du monde civilisé. »

Nous ne saurions désirer une appréciation plus flatteuse et plus indépendante. Il est de fait que l'on a exécuté de grandes choses au Champ-de-Mars et à l'Esplanade des Invalides depuis deux ans ; jamais on n'a poussé aussi loin l'ampleur des constructions et l'originalité des conceptions. Si l'on cherche maintenant à recommencer ailleurs, il sera difficile de ne pas nous imiter forcément ; toutes les combinaisons, à très peu près, ont été épuisées.

Malgré ces grands efforts, il ne semble pas que l'on ait été conduit à des dépenses extraordinaires. L'exécution a été conduite par M. Alphand avec un véritable souci de l'économie et avec une méthode vérita-

(1) M Jules Price, du *Pall Mall Gazette*.

blement digne de remarque. Il y a là peut-être un exemple unique à signaler dans un ensemble de travaux aussi colossal. Il ne nous paraît pas inutile de donner, à titre de preuves, quelques chiffres généraux qui se trouveront sensiblement modifiés par les dernières dépenses. Mais, tels quels, ils présentent de l'intérêt.

DÉSIGNATION des travaux.	Évaluations primitives.	Évaluations actuelles.
Palais des Arts, galeries Rapp et Desaix.	6,372,484	6,764,707
Palais des Machines.	7,233,384	7,513,894
Palais des Industries diverses	5,786,406	5,885,637
Nivellement — Réseaux d'égouts.	524,847	524,847
Réserve	82,825	95,912
Exposition d'horticulture . .	300,000	300,000
— d'agriculture. . .	600,000	600,000
Parcs et jardins	3,082,654	2,032,654
Bureaux, postes de police, etc.	458,911	458,911
Clôtures	450,000	450,000
Viabilité de la tranchée rive gauche.	80,000	25,672
Passerelles diverses.	200,000	200,000
Eau et gaz.	600,000	600,000
Voies ferrées.	363,259	363,259
Water-closets	175,000	»
Réserve s'appliquant aux galeries des Machines, etc. .	4,815,220	3,082,063
Réserve spéciale	1,004,873	»
Service mécanique	93,000	93,000
Expositions horticoles. . . .	66,000	66,000
Exposition d'économie sociale	75,600	75,600
Totaux.	32,664,518	29,432,160

L'excédent sur les évaluations primitives des dépenses a été :

Palais des Arts, 392,225 francs; Palais des Ma-

chines, 280,510 francs; Palais des Industries diverses, 99,230 francs. Réserve, 13,035 francs; au total, 785,000 francs.

De même la diminution sur les évaluations budgétaires a été : Parcs et jardins, 1,050,000 francs; Viabi-

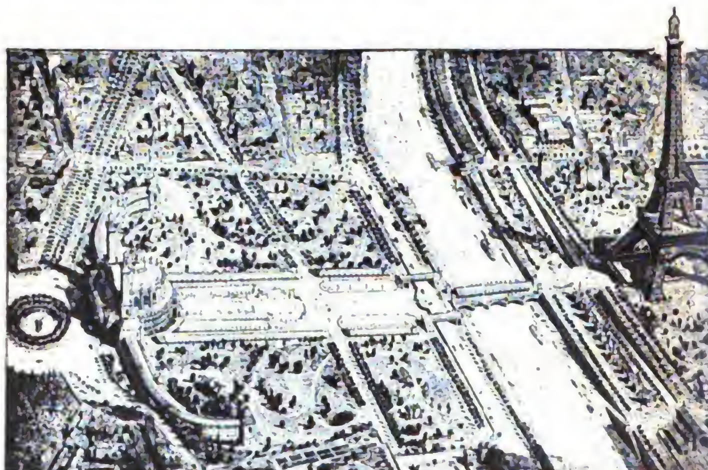


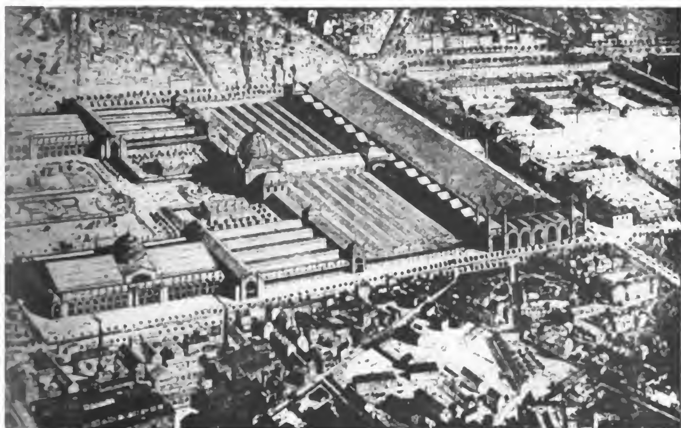
FIG. 22. — Vue à vol d'oiseau

lité, 54,328 francs; Water-closets, 175,000 francs; Réserve, 1,733,156 francs; Réserve spéciale, 1,004,873 fr.; total, 4,017,358 francs. Différence en excédent, 3,232,358 francs.

C'est un résultat remarquable auquel nous n'avons pas toujours été habitués et qui nous permet de bien augurer de l'avenir.

Enfin ajoutons encore, pour en terminer avec le

chapitre des installations, que la participation des pays étrangers à l'Exposition sera importante, beaucoup plus grande qu'on ne l'avait cru tout d'abord; il a fallu à regret faire un choix sévère et refuser des emplacements à la dernière heure. On a dû, pour don-



xposition universelle de 1889.

ner satisfaction à plusieurs commissions étrangères, les autoriser à élever dans les jardins des pavillons spéciaux qui donnent du reste un nouvel attrait au Champ-de-Mars.

La Belgique compte au moins 2,000 exposants; l'Espagne, environ 2,800 avec un contingent considérable de productions de vins.

L'Angleterre a 1,400 exposants; les États-Unis, envi-

ron 2,000 ; la Suisse également ; l'Autriche-Hongrie, 350 à 400 ; la Russie, près de 800.

Le Mexique, la République Argentine, le Por-

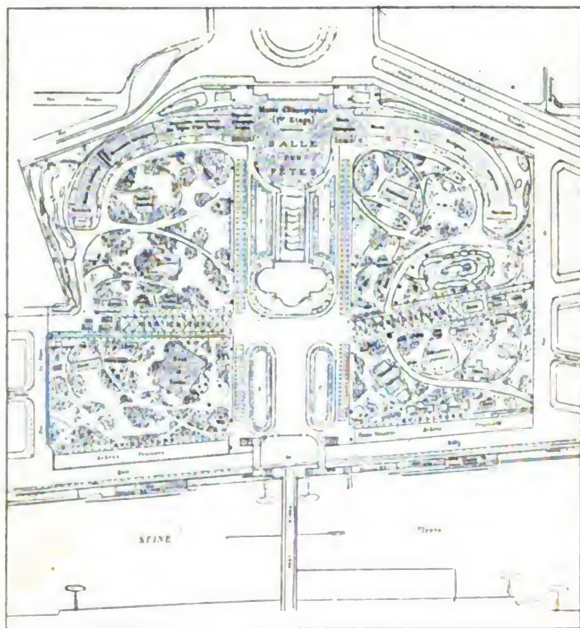


Fig. 23. — Plan du Trocadéro.
Palais, Pavillons et Jardins.

tugal, le Brésil comptent leurs exposants par milliers.

Les gouvernements qui avaient promis leur concours officiel sont : la principauté de Monaco, les ré-

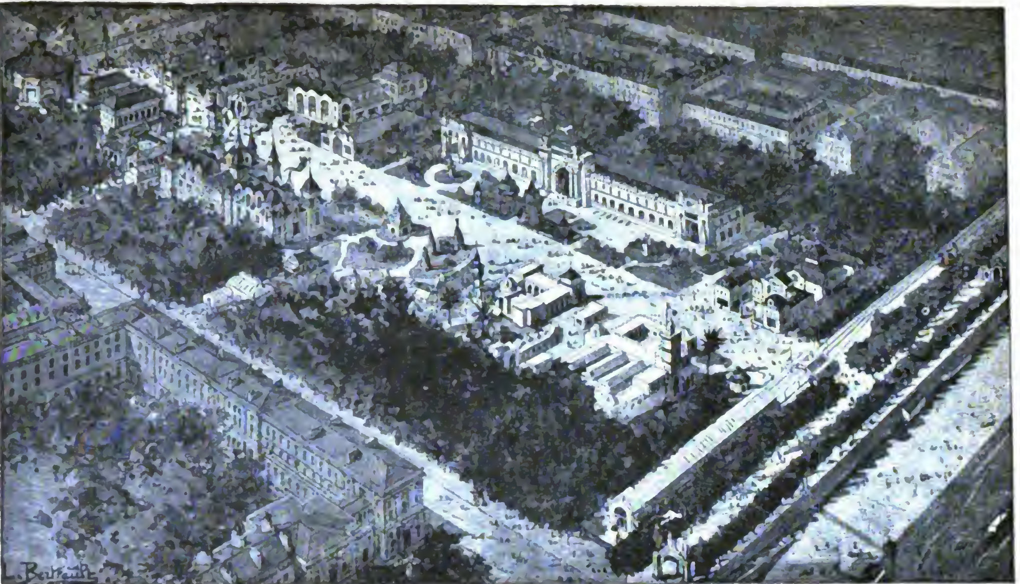
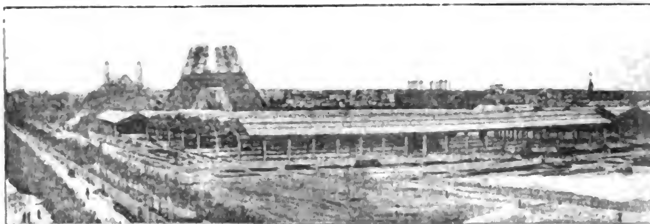


Fig. 24. — Exposition universelle de 1889. — Esplanade des Invalides, vue à vol d'oiseau.

publiques d'Andorre et de Saint-Marin, la Suisse, la Norvège, la Serbie, la Grèce, la Perse, le royaume de Siam, le Japon, les États-Unis de l'Amérique du Nord, le Mexique et toutes les petites républiques de l'Amérique du Sud.

En réalité, presque toutes les nations sont représentées au Champ-de-Mars. La Grande-Bretagne occupe dans le seul palais des Machines 7,000 mètres carrés,



Palais des Arts Libéraux. Tour Eiffel. Galerie des Industries diverses. Échafaudage du Dôme.

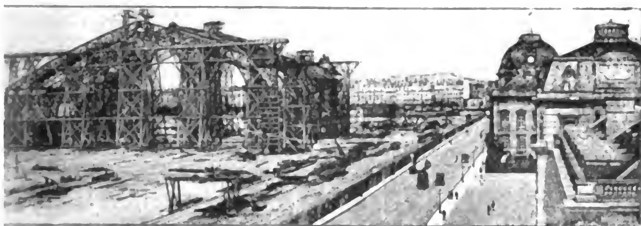
Fig. 25. — Aspect des travau

les États-Unis 3,700 mètres, la Belgique 4,600 mètres, la Suisse 3,000, etc.

Dans les galeries du quai d'Orsay, les pays étrangers occupent une surface de plus de 15,000 mètres carrés répartis entre l'Angleterre, les États-Unis, la Russie, l'Italie, l'Autriche-Hongrie, la Norvège, les Pays-Bas, le Danemark, la Roumanie, etc. Dans l'enceinte même des divers palais, la surface ainsi occupée s'élève à 88,000 mètres carrés. En somme, la surface totale mise à la disposition des différentes sections étrangères est supérieure à celle qu'elles occupaient en 1878.

Il nous sera bien permis, après le coup d'œil d'ensemble, de nous féliciter d'avoir vu mener à bonne fin cette énorme entreprise.

Il est inutile de rappeler les indécisions de la première heure. Après avoir eu souvent trop confiance en nous, nous avons pris l'habitude de douter un peu trop de notre initiative, de notre persévérance et de notre force. Que 1889 nous serve d'exemple et de le-



Échafaudage du Palais des Machines. — Avenue de la Motte-Picquet. — École-Militaire.

amp-de-Mars au 1er juin 1888.

çon! Le programme tracé a été suivi à peu près, sans accident. On a été prêt à l'heure, comme on l'avait dit et comme on l'avait voulu. Ceux qui n'avaient pas la foi ont été les premiers à applaudir et à admirer. Aujourd'hui le succès est complet. On peut dire que c'est une victoire nationale et une victoire bien acquise, qui, espérons-le, ne froissera personne et ne se traduira que par des bienfaits et une appréciation plus juste et plus vraie des aspirations de notre pays.

Après avoir constaté le succès, nous manquerions de justice, si nous ne rendions hommage aux deux



Fig. 26. — Vue à vol d'oiseau du Champ-de-Mars, prise du Trocadéro.

principaux organisateurs de l'Exposition, à ces deux hommes éminents qui l'ont préparée de longue main et ont doté Paris de cette œuvre grandiose qui contribuera à répandre au loin le nom de la France.

Une fois de plus, M. Alphand a bien mérité de la reconnaissance publique (1). Enchanteur incomparable,

(1) M. Alphand a été fait grand-croix de la Légion d'honneur à l'ouverture de l'Exposition. A cette occasion, le président du Conseil général du département de la Seine, le président du Conseil général des ponts et chaussées, et le directeur du Conseil municipal ont adressé à M. Alphand des lettres d'éloges et de félicitations. Nous croyons devoir au moins reproduire, à titre de souvenir, la lettre de M. Chautemps.

VILLE DE PARIS
CONSEIL MUNICIPAL — Paris, le 9 Mai 1889.

CABINET DU PRÉSIDENT



Monsieur le Directeur,

Dans sa séance d'hier, la première qu'il ait tenue depuis l'ouverture de l'Exposition, le bureau du Conseil municipal, à l'unanimité des membres présents, m'a chargé de vous exprimer la vive satisfaction avec laquelle les membres du Conseil ont appris la très haute distinction qui vient de vous être conférée.

Aux félicitations qui vous ont été adressées par M. le Président de la République, et auxquelles se sont associées toutes les nations représentées à l'Exposition universelle, nous tenons à joindre les remerciements bien sincères du Conseil municipal; en assurant le succès de cette entreprise grandiose, vous avez beaucoup fait pour la gloire et la prospérité de Paris, qui, à d'autres titres, vous devait déjà beaucoup; vous avez également bien travaillé pour la République.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma haute considération et de mes meilleurs sentiments.

Le président du Conseil municipal,
Signé : CHAUTEMPS.

Monsieur Alphand, Directeur des Travaux de la Ville de Paris.

J



Fig. 27. — Cérémonie d'Inauguration de l'Ex



n universelle de 1889 sous le Dôme central.

cette fois encore il nous a transportés dans le pays des fées; pour couronner une carrière qui n'a pas sa précédente, une vie d'honneur et de gloire, il s'est élevé à lui-même, en l'élevant pour nous tous, un nouveau monument impérissable.

Le nom de M. Georges Berger est lié au succès de toutes nos expositions. Il en a été l'âme, l'organisateur ardent et heureux; plus encore peut-être cette fois qu'antérieurement, il a montré des aptitudes spéciales et exceptionnelles. Au début, quand, pour des causes diverses, beaucoup se montraient hésitants, il parcourut nos départements semant partout la bonne parole, secouant l'égoïsme des uns, l'indifférence des autres; il fit réellement des prodiges d'activité, d'intelligence et chaque fois il revint victorieux. Lui aussi, a bien mérité du pays (1). Les deux directeurs des Travaux et de l'Exploitation ont d'ailleurs trouvé le concours le plus actif chez M. Grison, le directeur général des Finances.

Le 6 mai, l'Exposition était ouverte solennellement. Le président du Conseil, commissaire général de l'Exposition, M. Tirard, et les directeurs généraux, MM. Alphand, Berger et Grison, reçurent M. le Président de la République devant le grand Dôme central.

Nous croyons bon de reproduire ici les discours prononcés par M. le Président de la République et par M. le Président du Conseil, commissaire général.

Lorsque le Président eut pris place, M. Tirard,

(1) M. Berger a été promu grand officier de la Légion d'honneur

commissaire général de l'Exposition, prononça le discours qui suit :

Monsieur le Président de la République,
Monsieur le Président du Sénat,
Monsieur le Président de la Chambre des Députés,
Messieurs,

Je vous remercie d'avoir bien voulu honorer de votre présence l'inauguration de la grande manifestation du travail et des arts que la France a organisée en y conviant les travailleurs et les artistes de tous les pays.

Ce n'est pas sans une certaine appréhension que l'idée d'une nouvelle Exposition internationale fut tout d'abord accueillie. L'on se demandait si le court espace de temps écoulé depuis la belle Exposition de 1878, qui a laissé de si grands souvenirs, ne nuirait pas à une entreprise de même caractère si promptement renouvelée. Pourrait-on faire mieux? Pourrait-on même faire aussi bien? Quels attraits nouveaux offrirait-on à la curiosité des visiteurs? Les progrès réalisés dans les diverses branches du travail national permettraient-ils de réunir en quantité suffisante des œuvres dignes d'attention et d'étude? Enfin, n'aurions-nous pas à lutter contre la lassitude, peut-être même contre l'indifférence des exposants, sans cesse sollicités par des exhibitions particulières ou officielles, en France et à l'étranger?

Messieurs, ces appréhensions se sont bien vite dissipées.

Dès que le Parlement et le conseil municipal de Paris eurent voté les crédits demandés par le Gouvernement, les constructeurs se mirent résolument à l'œuvre et ne tardèrent pas à couvrir le Champ-de-Mars et ses abords de cette immense variété d'édifices, de monuments décoratifs et de jardins, dont l'ampleur et la magnifique ordonnance dépassent tout ce qui s'est fait jusqu'à ce jour.

Puis, les manufacturiers, les usiniers, les fabricants, les



Fig. 28. — M. le Président Carnot déclarant ouverte l'Exposition universelle de 1889.

artisans de tous ordres, les agriculteurs, les artistes, sont arrivés en si grand nombre, de France et de l'étranger, en

groupe ou individuellement, que, malgré l'immense étendue des emplacements, supérieurs de plus d'un huitième à ceux de 1878, l'impossibilité de satisfaire à toutes les demandes n'a pas été la moindre des difficultés que nos organisateurs aient eu à surmonter.

Bien qu'il dépasse toutes les espérances, ce magnifique résultat n'a rien qui nous doive étonner : le progrès ne ralentit pas sa marche; les générations nouvelles remplacent incessamment les forces épuisées ou disparues; la science, puissance souveraine de notre siècle, n'arrête pas le cours de ses conquêtes : chaque jour elle pénètre plus avant dans les secrets de la nature; la vapeur et l'électricité ont déjà révolutionné l'ordre économique de l'univers. Qui saurait dire les prodiges et les surprises qu'elles ménagent encore à nous et à nos descendants? Les inventions, les découvertes, les perfectionnements, se succèdent avec une rapidité vertigineuse; nul ne peut résister à cet immense entraînement; les usines, les ateliers, les manufactures, stimulés par la concurrence, encouragés par le succès, sont soumis à d'incessantes transformations, dont il faut se féliciter puisqu'elles ont pour conséquence l'abondance des choses nécessaires à la vie, l'abaissement de leur prix et, par suite, l'augmentation du bien-être général. Nos agriculteurs, laborieux, sobres, économes, patients et si cruellement éprouvés par les fléaux et les intempéries, luttent courageusement et sont entrés résolument, eux aussi, dans la voie du progrès en appliquant à leurs procédés de culture et d'élevage les méthodes scientifiques enseignées par des guides sûrs et éclairés. Nos artistes, glorieuse pléiade dont à juste titre nous sommes si fiers, ne s'endorment pas non plus sur les lauriers conquis : tout en respectant les traditions et les enseignements des maîtres qui les ont devancés, ils s'efforcent d'imprimer à leurs œuvres un caractère vraiment personnel en associant de plus en plus intimement l'idéal

de l'art aux vérités de la nature. La très remarquable Exposition ouverte en ce moment aux Champs-Élysées, aussi bien que la collection des dix dernières années contenue dans l'un de nos plus beaux palais, marquent une nouvelle et brillante étape dans la marche ascendante de l'art français.

Industrie, agriculture, science, beaux-arts, partout le triomphe de l'étude et du travail! Spectacle réconfortant et qui prouve combien ils se trompent ceux qui, se hâtant de la juger superficiellement et sous l'influence des polémiques quotidiennes, croient la France exclusivement absorbée par les agitations stériles et les querelles des partis. Sans doute elle n'est point indifférente à la marche des affaires publiques; éclairée par les leçons de l'histoire, elle entend ne plus être dupe d'aucune aventure; plus que jamais elle est attentive à la conservation des libertés glorieusement et chèrement conquises par nos pères et au maintien de nos institutions. La France est libre; elle entend rester libre et ne subir la tyrannie de personne, pas même celle qui pourrait naître de l'abus des libertés si largement octroyées par la République; mais, quelque souci qu'elle prenne de ces graves intérêts, la France conserve les qualités essentielles de sa race, elle est toujours ce que l'ont faite ses ancêtres : la grande nation honnête et laborieuse! sa passion dominante est toujours la passion du travail; elle y consacre son intelligence, sa science, son génie souple et fécond, son humeur joyeuse et franche, ses immenses ressources, en un mot le meilleur de ses forces, dont elle ne distrait que ce qui est nécessaire à la défense du pays; et c'est ainsi que malgré l'intensité de la crise économique qui depuis plusieurs années pèse sur le monde entier, elle a pu entasser tant de richesses artistiques, agricoles et industrielles dans le superbe domaine que nous inaugurons aujourd'hui.

Ce phénomène n'est pas d'ailleurs spécial à la France.



FIG. 29. — Ouverture de l'Exposition.
M. le Président Carnot à l'Esplanade des Invalides. — Arrivée au Pavillon tunisien.

Le précieux et brillant concours que les nations étrangères ont bien voulu nous prêter et qui ajoute tant d'éclat à notre Exposition, le prouve surabondamment : en toutes matières leurs produits rivalisent avec les nôtres, souvent même ils les surpassent, et leur comparaison donnera lieu, comme précédemment, à d'intéressantes et profitables études. Si tous les gouvernements n'ont pas pris une part officielle à ce concours, la plupart d'entre eux ont secondé le généreux effort des initiatives privées par des encouragements et des subsides et ont ainsi contribué au succès d'une participation qui, dans son ensemble, est supérieure à celle des précédentes Expositions. Je me permets donc d'adresser aux nations étrangères et à leurs gouvernements les remerciements et l'hommage reconnaissant de la France.

Je tiens aussi à féliciter et à remercier cordialement MM. les commissaires délégués des sections étrangères, dont le zèle empressé a puissamment contribué à la rapidité des aménagements intérieurs et des installations de leurs nationaux, ainsi qu'à la construction des nombreux édifices dont la riche et pittoresque variété donne tant d'attrait à la partie du jardin du Champ-de-Mars où ils sont établis.

Nos colonies et nos pays de protectorat ont également tenu à honneur d'occuper brillamment l'espace considérable qui leur a été réservé. Ils y ont pleinement réussi. Les pavillons spéciaux reproduisant les constructions les plus caractéristiques de ces diverses contrées, et les populations indigènes qui les animent, forment de l'esplanade des Invalides l'un des points les plus curieux et les plus intéressants à visiter. Que les Français d'outre-mer reçoivent donc les félicitations et les remerciements de la mère patrie.

Et puisque je parle des Français de nos colonies, qu'il me soit permis d'adresser également un témoignage de vive gratitude à tous les Français répandus sur la surface du

globe, qui, à l'occasion de notre glorieux Centenaire et de la solennité d'aujourd'hui, envoient de toutes parts à M. le Président de la République des télégrammes émouvants, inspirés par les sentiments du plus pur patriotisme.

Les occasions sont trop rares où l'on sent battre les cœurs et palpiter les poitrines des vrais patriotes français dans un même élan de respect et de confiance, pour qu'il ne soit pas permis de saluer au passage celle qui nous est offerte aujourd'hui et de prouver ainsi à nos compatriotes que l'expression de leur touchant souvenir a trouvé dans la métropole de vibrants et sympathiques échos.

Je n'en finirais pas, messieurs, si je voulais décrire tout ce qui s'offre ici à votre admiration ; je pourrais le faire sans offenser la modestie, car celui qui a l'honneur de parler en ce moment n'est qu'un ouvrier de la dernière heure ; mais cela m'entraînerait trop loin. Ne suffit-il pas d'ailleurs, pour s'en rendre compte, de lever les regards sur la superbe coupole qui nous abrite, puis de les porter sur la vaste galerie qui s'étend devant nous et conduit à cette autre merveille, déjà célèbre, *le palais des Machines*, grandiose chef-d'œuvre de construction métallique, dont les proportions gigantesques et pourtant harmonieuses rivalisent avec une hardiesse de la tour de trois cents mètres, que le public a baptisée du nom de son éminent constructeur M. Eiffel ?

Et tout cela, messieurs, s'est exécuté avec un ordre, une rapidité et une régularité qui étonneraient si l'on ne connaissait l'homme qui a dirigé tout cet ensemble de travaux. C'est l'ingénieur habile qui, depuis quarante ans, travaille à l'embellissement et à l'assainissement de Paris, et qui en a fait, je n'ose pas dire la plus belle, mais assurément, l'une des plus belles villes du monde. Oui, M. Alphand a couronné sa laborieuse et utile carrière en construisant le plus splendide cadre de l'exposition qui ait jamais été fait,

et il a ainsi conquis un titre de plus à la reconnaissance de ses concitoyens.

Pour organiser et conduire à bonne fin une aussi vaste



G. Berger

Directeur général de l'Exploitation.

entreprise, il ne suffisait pas d'un grand constructeur, il fallait un administrateur habile et très expérimenté; c'est M. Berger, qui déjà s'était signalé dans maintes expositions en France et à l'étranger, qui a bien voulu se charger de la direction de l'exploitation. Je ne saurais assez louer le zèle

et le dévouement qu'il a déployés dans ces ingrates et difficiles fonctions. C'est lui qui, par son ardente activité, ses nombreux voyages dans nos départements et à l'étranger, ses



Directeur général des Finances.

conférences, ses connaissances techniques, a donné l'impulsion première et vigoureusement contribué au grand succès que nous pouvons constater dès aujourd'hui. Que M. Berger reçoive donc le tribut d'éloges que méritent si bien les nouveaux services qu'il vient de rendre à l'industrie française.

Enfin, par une heureuse disposition réglementaire due à l'initiative de l'un de mes prédécesseurs, l'honorable M. Lockroy, le contrôle financier des travaux et de toutes les dépenses a été assuré par la création d'une direction spéciale à la tête de laquelle a été placé un comptable de premier ordre, dont la carrière administrative au ministère du commerce se trouve ainsi brillamment complétée par un travail minutieux et compliqué qui assure la régularité de toutes les opérations, de tous les comptes, et qui fait le plus grand honneur à M. le directeur Grison. Les comités départementaux et les comités d'installation à Paris ont fonctionné avec un zèle et une activité qui ont été justement signalés par mon honorable prédécesseur, M. Pierre Legrand, dans le rapport adressé à M. le Président de la République le 30 janvier dernier. Toutes nos félicitations leur sont dues.

Je dois également une mention particulière à la commission supérieure et de contrôle et de finances, dite des 43, composée de membres du Parlement, du conseil municipal de Paris et de représentants de la société de garantie, auxquels étaient adjoints, avec voix consultative, un certain nombre de hauts fonctionnaires. Cette commission a été en quelque sorte l'âme et le pivot de l'organisation de l'Exposition ; c'est elle qui a examiné et approuvé les plans, ratifié les marchés et les traités de concessions, ouvert les crédits, réglé les conditions de l'exploitation ; en un mot, rien d'essentiel et d'important n'a dû être fait sans son assentiment, et j'ai été témoin du soin scrupuleux et attentif qui a présidé à ses travaux. Aussi, bien que j'aie été membre quelque peu intermittent de cette commission, je n'éprouve aucun embarras à lui adresser, au nom du Gouvernement, les remerciements les plus chaleureux pour le zèle désintéressé qu'elle a déployé dans le long exercice de ses importantes fonctions.

L'on comprend qu'il me soit impossible de désigner ici nominativement les ingénieurs, architectes, construc-

teurs, travailleurs et employés que MM. les directeurs ont eus sous leurs ordres; mais je tiens à les féliciter et à les remercier tous aujourd'hui de l'entrain patriotique, du dévouement infatigable qu'ils ont déployés au milieu des plus grandes difficultés dans l'accomplissement de leur tâche. Je me garde bien d'oublier dans cette expression de la reconnaissance publique les milliers d'ouvriers, collaborateurs souvent inconnus, qui ont rivalisé de courage, d'intelligence, d'habileté et d'adresse dans l'exécution rapide de ces admirables travaux. C'est grâce au concours de toutes ces bonnes volontés que notre Exposition a pu être prête à l'heure dite. Honneur et gloire à ceux qui ont collaboré à cette grande et belle œuvre nationale!

Et maintenant, messieurs, félicitons-nous d'avoir ouvert une fois de plus les portes de la France aux produits du monde entier. Félicitons-nous de cette grande et pacifique manifestation des forces productives de notre cher pays, qui continue sa marche fièrement assurée dans la voie du progrès et de la civilisation.

Accueillons et fêtons avec joie les étrangers dont la foule se presse déjà dans nos murs; prouvons-leur que la France républicaine est hospitalière et généreuse, qu'elle aime et honore les travailleurs de tous les pays et voit en eux, non des rivaux qu'elle jalouse, mais des collaborateurs qui travaillent avec elle au bonheur de l'humanité et à la paix du monde.

Le Président de la République s'est ensuite exprimé en ces termes :

Messieurs,

La France glorifiait hier l'aurore d'un grand siècle qui a ouvert une ère nouvelle dans l'histoire de l'humanité.

Aujourd'hui, nous venons contempler dans son éclat et dans sa splendeur l'œuvre enfantée par ce siècle de labeur et de progrès.

Nous venons saluer les travailleurs du monde entier, qui ont apporté ici le fruit de leurs efforts et les productions de leur génie. Nous venons tendre une main amie à tous ceux qui se sont faits nos collaborateurs dans l'œuvre de paix et de concorde à laquelle nous avons convié les nations.

Nous venons souhaiter la bienvenue aux visiteurs qui déjà, de tous les points de l'horizon, en deçà ou au delà des frontières, arrivent, sans compter les distances, pour prendre part à nos fêtes.

Ils trouveront ici une terre hospitalière, une ville heureuse de les accueillir, et verront ce que valent les calomnies dictées par des passions aveugles auxquelles le respect même de la patrie ne sait pas imposer silence.

Notre chère France est digne d'attirer à elle l'élite des peuples. Elle a le droit d'être fière d'elle-même, et de célébrer, la tête haute, le centenaire économique comme le centenaire politique de 1789.

Elle a su se relever, avec une indomptable énergie, après les plus cruelles épreuves, et n'a jamais désespéré de la fortune. Par sa bonne foi dans les engagements publics et par sa loyauté, elle a inspiré une juste confiance. Elle a trouvé dans ses institutions la force de vivifier le travail, de ranimer l'activité du commerce et de l'industrie, de rendre courage à l'agriculture atteinte par de redoutables fléaux; l'épargne nationale a reçu la plus admirable impulsion; et jamais il ne s'est produit plus de généreuses initiatives, plus de recherches passionnées dans toutes les branches de la bienfaisance publique et privée.

Je le répète avec fierté : la France poursuit, dans le calme et dans la paix, son œuvre de progrès, et le siècle laborieux qui s'achève laissera dans son histoire une trace lumineuse.

Quel chemin parcouru, messieurs, depuis que François de Neufchâteau installait, en 1798, cent dix exposants dans le Temple de l'Industrie !



FIG. 32. — Ouverture de l'Exposition universelle de 1889.

Les Fontaines lumineuses. La Fête de nuit dans le Jardin intérieur du Champ-de-Mars.

Quel admirable essor a pris l'activité humaine, affranchie de toutes les entraves du passé ! Quel développement de la richesse publique sous l'influence du travail émancipé, du commerce libéré, des douanes intérieures supprimées !

Au point de vue social, on peut traduire le progrès par cette éloquente formule : la vie humaine accrue, la mortalité abaissée.

Dans l'atmosphère fortifiante de la liberté, l'esprit humain retrouve son initiative, la science prend son essor : la vapeur et l'électricité transforment le monde. Un siècle qui a vu de pareils miracles devait être célébré.

On ne saurait mieux le faire que par cet admirable concours des peuples qui, venus de toutes les parties du monde, se donnent rendez-vous pour rassembler les merveilles de l'industrie et les splendeurs de l'art de notre époque.

C'est dans ces fêtes grandioses du travail que les nations peuvent se rapprocher et se comprendre, et que doivent naître les sentiments d'estime et de sympathie qui ne manqueront pas d'influer heureusement sur les destinées du monde en avançant l'heure où les ressources des peuples et le produit de leur travail ne seront plus consacrés qu'aux œuvres de la paix. Aussi, messieurs, l'appel de la France a été entendu, et le concours spontané et indépendant que les peuples eux-mêmes ont voulu apporter à cette manifestation de fraternité internationale vient encore ajouter à la grandeur morale de cette fête.

Son état matériel, vous en jugerez tout à l'heure. Vous verrez quelles surprises ménageaient à notre génération les merveilleux progrès de la science, comme les ressources inépuisables de l'industrie humaine et les trésors artistiques qui jettent sur notre époque un si brillant éclat.

Vous connaissez déjà le cadre où se déploient ces merveilles. Vous avez pu apprécier, en entrant ici, la belle ordonnance de cette grande Exposition, où ingénieurs, architectes et constructeurs ont rivalisé de science, d'activité,

de dévouement pour présenter au monde une œuvre digne du génie de leur pays.

Au nom de la France, je les remercie, eux et leurs collaborateurs. Ils n'ont pas vaincu sans combat : il leur a fallu triompher et du temps et de la matière, et par dessus tout, des mauvais vouloirs persistant à ne pas comprendre que l'Exposition n'est pas une œuvre de parti, mais l'œuvre de la France. Ces hommes de cœur ont su répondre à la confiance de la République et tenir fidèlement tous ses engagements. Après avoir été à la peine, ils ont droit d'être à l'honneur.

Et maintenant, messieurs, nous allons visiter ensemble les trésors que le monde a accumulés dans ces palais et ces jardins, en donnant à notre pays un si éclatant témoignage de confiance et de sympathie.

Après avoir, de nouveau, souhaité une cordiale bienvenue aux hôtes de la France,

Je déclare ouverte l'Exposition de 1889.

Au dernier moment, nous pouvons dire que les prévisions les plus optimistes ont été dépassées. Bien que les comptes ne soient pas encore arrêtés, il est possible d'indiquer le chiffre des recettes et des dépenses :

Montant des versements du Crédit foncier. Émission des tickets, 1er versement. . .	18,000,000	21,500,000
2e versement	3,500,000	
Concessions et recettes diverses, y compris le produit de 11,609 tickets du Trésor. .		2,000,000
(Cette somme est presque en totalité rentrée.)		
Vente de matériaux (estimation).		1,000,000
Montant des subventions (État, 18 millions; ville de Paris, 7,000,000).		25,000,000
Total général des recettes.		49,500,000

On avait estimé que l'Exposition coûterait une somme de 43 millions; le total général n'excédera pas 41,500,000 francs.

Le bilan s'établirait donc ainsi :

Recettes	49,500,000
Dépenses	41,500,000
Soit un excédent de recettes de	8,000,000

Les rectifications ultérieures ne pourront qu'augmenter cet excédent.

Par comparaison, voici les résultats de 1878 :

Recettes (chiffre rond)	23,685,200
Dépenses	55,390,000
Excédent des dépenses	31,704,800

Et encore, dans cette somme de 23,685,200 francs, la subvention de l'État n'était pas comprise.

En 1867, les résultats avaient été meilleurs.

Recettes	27,144,660
Dépenses	22,983,820
Excédent des dépenses	4,160,840

Ainsi, pour l'Exposition de 1889, non seulement on est resté constamment au-dessous des évaluations budgétaires, mais l'excédent de recettes atteint le chiffre considérable de 8 millions.

C'est le mot de la fin. Il a son éloquence. Nous ne pouvions souhaiter une preuve plus convaincante du succès sans précédent de l'Exposition de 1889.

II

ITINÉRAIRE A TRAVERS L'ENCEINTE
CHAMP-DE-MARS
TROCADÉRO — ESPLANADE DES INVALIDES

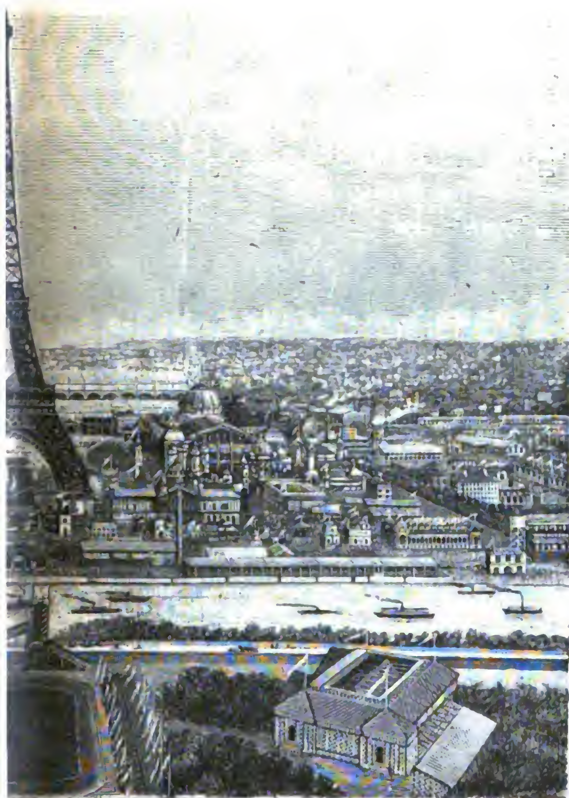
Esquisse générale. — A travers l'enceinte de l'Exposition. — Champs-de-Mars : Les palais, le grand dôme. — La rue centrale. — Les promenoirs, les restaurants. — Dans le parc. — Histoire de l'habitation. — A droite de la tour. — Les pavillons étrangers. — En bordure de l'avenue de Suffren. — Le grand globe terrestre. — Chine, Inde, Maroc. — La rue du Caire et ses curiosités. — A gauche de la tour. — Auditions musicales téléphoniques. — Un théâtre en acier. — La maison du gaz. — En bordure de l'avenue de La Bourdonnais. — Sur la berge : Le pétrole. — Panorama transatlantique. — Quai d'Orsay. — Palais de l'alimentation. — Agriculture. — Sections étrangères. — Sur l'Esplanade. — Les ministères. — L'hygiène; économie sociale.— Les palais de l'Algérie, de Tunisie.— L'exposition des colonies.— Théâtre annamite. — Le tour du monde en un jour.



INGT-DEUX portes donnent accès dans l'enceinte de l'Exposition avec 31 guichets la semaine et 39 le dimanche. On a donc le choix; les gens pressés vont au plus court et passent par la porte de l'Esplanade, mais les personnes qui veulent se faire immédiatement une idée de l'ensemble des constructions du Champ-de-



FIG. 34. — Vue d'ensemble du Champ-de-M



prise de l'une des Tours du Trocadéro.

Mars doivent passer par les hauteurs du Trocadéro. Le regard embrasse d'un seul coup les palais, les jardins, les pavillons. Au premier plan, la tour Eiffel comme un arc de triomphe colossal; à travers ses



FIG. 35. — Palais du Trocadéro.

arceaux gigantesques apparaît dans le fond, tout baigné de lumière, le grand dôme monumental de 60 mètres de hauteur du palais des Expositions diverses ; à gauche, à droite, encadrant le parc, les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux avec leurs coupoles de 54 mètres de hauteur aux émaux de bleu turquoise

et de topaze. Au centre, au milieu des arbustes et des fleurs, les fontaines monumentales et leurs puissantes gerbes qui s'émiettent dans l'air en fine poussière d'eau; de toutes parts, des palais d'Orient, des pavillons, des chalets, des kiosques, à moitié enfouis dans des massifs de verdure; partout des mâts dorés, des

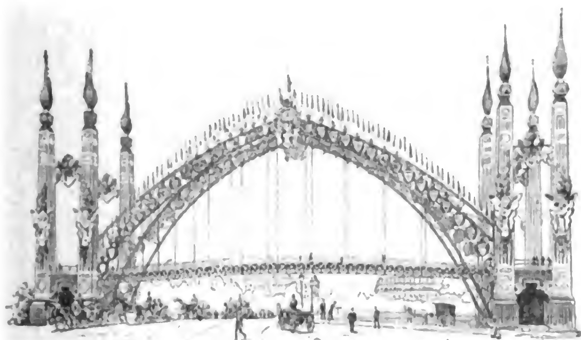


Fig. 36. — Passerelle de l'Alma.
(Gauthier, architecte. — Moisant-Laurent, Lavey et Cie, constructeurs.)

oriflammes, des drapeaux, des velums rose et blanc, jalonnant les grandes allées. Quand le soleil luit et se reflète sur toutes ces surfaces éclatantes aux mille couleurs, l'effet est saisissant. On n'aperçoit de loin que des lignes d'or ou d'argent, des perspectives d'azur et d'émeraude, des masses de pierreries étincelantes. On dirait d'une ville des *Mille et Une Nuits* sortie de terre au coup de baguette d'une fée. Le regard est

étonné et charmé. C'est à la fois grandiose et coquet, imposant et gai. C'est, du reste, la note gaie qui sem-

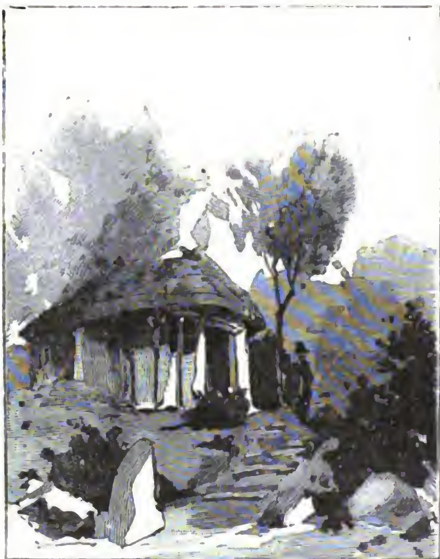


Fig. 37. — Histoire de l'Habitation.
Maison lacustre.

ble être, cette fois, l'un des caractères dominants de l'Exposition : hardiesse et gaieté.

Descendons les pentes du Trocadéro. Il faut franchir une passerelle pour gagner le pont d'Iéna. On a dû laisser libres partout les grandes voies de commu-

nication ; aussi a-t-on construit, pour relier les diverses parties de l'enceinte, six passerelles : deux pas-

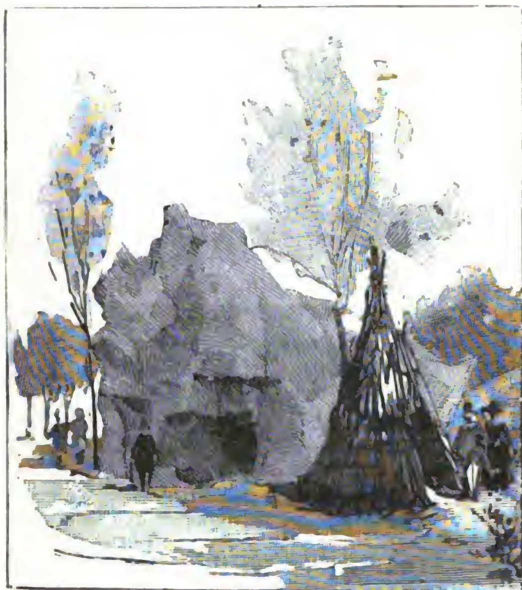


Fig. 38. — Histoire de l'Habitation.
Grotte troglodyte.

serelles sur l'avenue de Versailles, deux sur la tranchée du quai d'Orsay, une au carrefour de l'Alma, une au carrefour de Latour-Maubourg.

Le pont d'Iéna traversé, on passe sous la tour Eiffel,



FIG. 39. — Histoire de l'Habitation.
Cité lacustre.

et, en longeant le parc et les fontaines, on parvient au grand dôme d'entrée des Expositions diverses. Une galerie très belle, de 30 mètres de largeur, coupe en quelque sorte tout le palais dans sa grande largeur ; elle va aboutir par un beau vestibule à la galerie des machines.

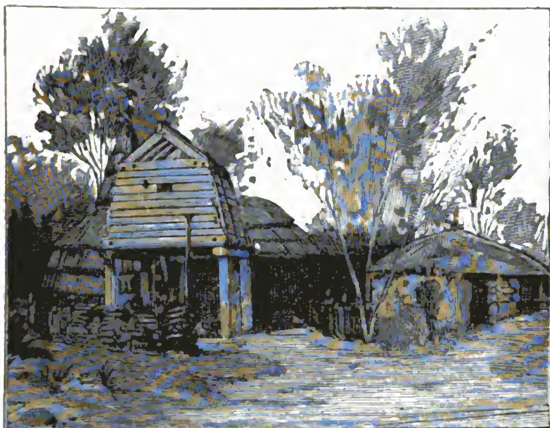


FIG. 40. — Histoire de l'Habitation.
Habitation gauloise et germaine.

A droite et à gauche de cette rue centrale débouchent les diverses galeries parallèles des Expositions diverses, mobilier, vêtement, etc. A l'origine, le palais des Industries diverses devait être isolé complètement du palais des Machines par un long jardin de 30 mètres de largeur. Mais les exposants du groupe des industries mécaniques ont réclamé tant de place, — 77,000 mètres

carrés, quand on leur avait réservé seulement 34,000 mètres, — que l'on s'est décidé à sacrifier en leur fa-

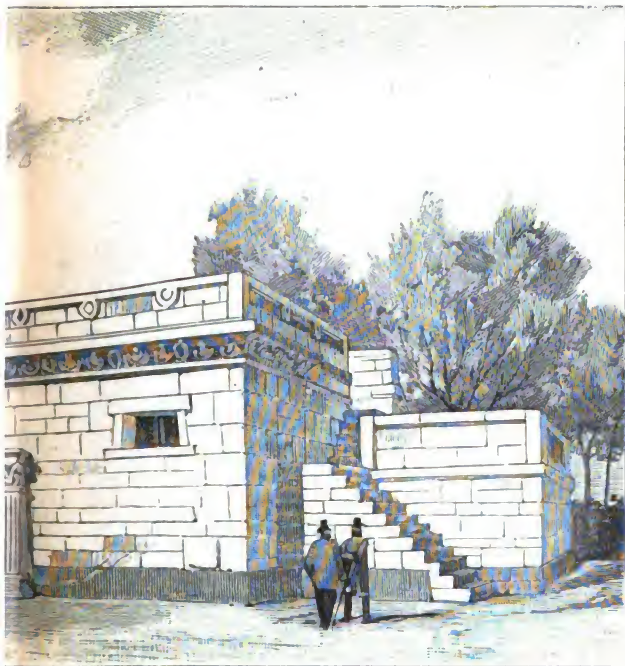


Maison phénicienne.

FIG. 41. — H

veur toute la partie du jardin comprise entre la grande rue centrale et l'avenue de La Bourdonnais ; on a, de même, destiné toute la partie opposée du jardin jus-

qu'à l'avenue Suffren au matériel des chemins de fer.
Le palais des Machines s'étend dans toute la largeur



Maison des Hébreux.

· de l'Habitation.

du Champ-de-Mars parallèlement à l'École-Militaire ; il a en longueur 420 mètres de développement, 145 mètres en largeur et 45 mètres de hauteur. C'est une

des constructions les plus admirées de l'Exposition.

Nous y reviendrons; mais il nous faut aller vite pour tout voir dans une seule et première visite.

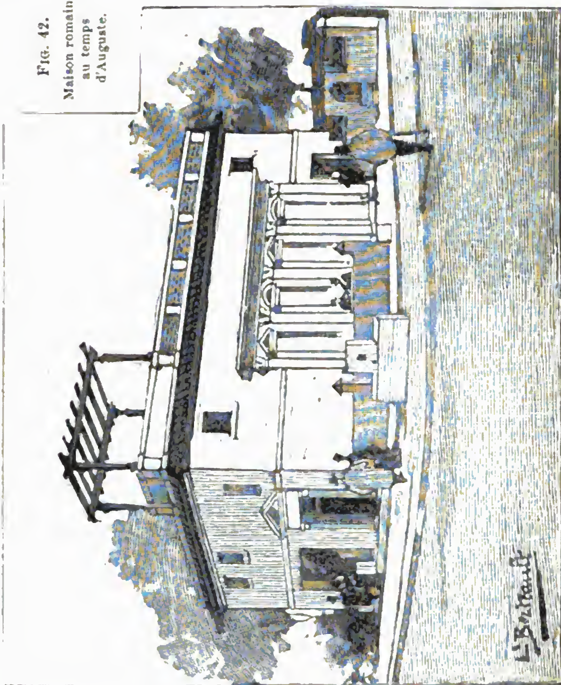


Fig. 42. Maison romaine au temps d'Auguste.

Nous sortons, comme nous étions entrés, par le grand dôme. A droite et à gauche, le palais est bordé par de vastes galeries à jour, par des promenoirs où



Fig. 43. — Histoire de l'Habitation.
A gauche, maison égyptienne, à droite, maison assyrienne.

sont installés des cafés et des restaurants. Nous retrouvons des galeries analogues, des promenoirs, des

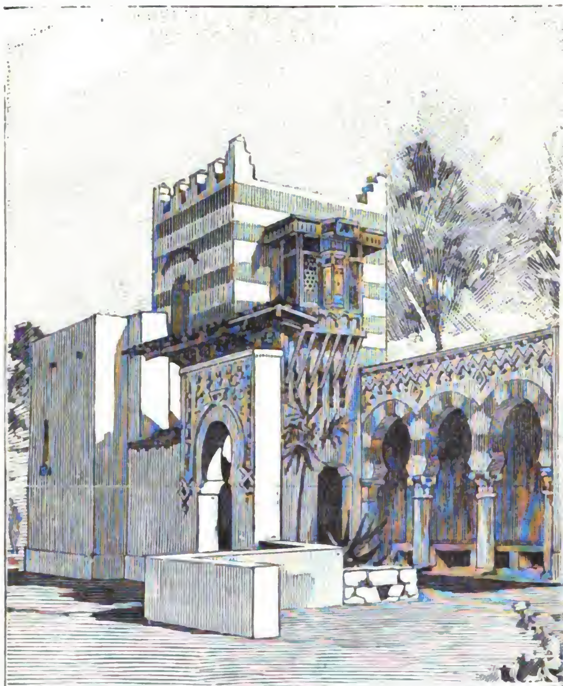


Fig. 41. — Histoire de l'Habitation.
Maison arabe au XVI[e] siècle.

cafés, des restaurants de toutes les nations tout le long soit du palais des Beaux-Arts, soit du palais des Arts

libéraux. Nous ne pouvons que traverser, sans nous y arrêter, dans cette course rapide les galeries des deux palais latéraux qui nous ramènent à la Seine.

Histoire de l'habitation. — Nous retournons au pont

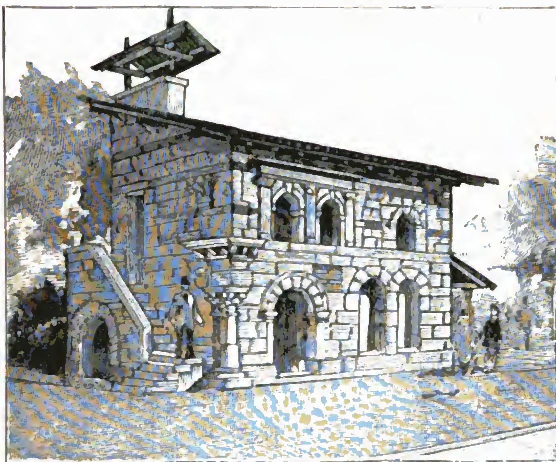


Fig. 45. — Histoire de l'Habitation.
Maison gallo-romaine du temps de Clovis.

d'Iéna. En avant de la tour, parallèlement au quai, se trouve la série des habitations de M. Ch. Garnier, rappelant les principales phases de la construction depuis les temps primitifs jusqu'à nos jours; c'est l'histoire de la maison. Citons, en commençant par la gauche du pont d'Iéna : quatre abris sous roches, les troglodytes, les cabanes de l'époque du renne, de l'âge du

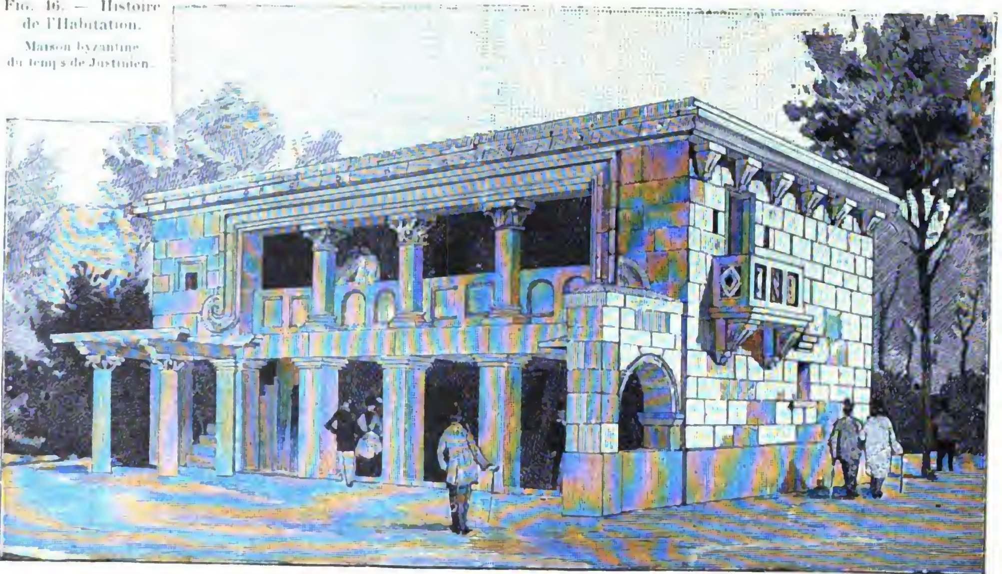


FIG. 46. — Histoire de l'Habitation.

Maison byzantine du temps de Justinien.

bronze; les habitations lacustres, etc.; l'habitation égyptienne, les constructions d'Assyrie, de Phénicie; la maison étrusque, les habitations hindoue, persane, grecque; la maison romaine dans laquelle est placée une verrerie; la maison scandinave, la maison moyen âge où l'on a installé un salon d'honneur pour le Pré-



FIG. 47. — Pavillon du Mexique.

sident de la République; puis une construction byzantine, les pavillons slave, russe; les maisons du Soudan, de la Chine, du Japon, etc. La plupart de ces habitations ont leurs hôtes nationaux et sont entourées de jardins. Les maisons gauloises ont leur chêne; les maisons chinoises, leurs bambous, azalées, le thé, les cyclonias; les constructions d'Amérique, les incas et atzéques, leur datura arborescent, l'aloès, etc. On fera le

tour du monde en une heure dans ce petit coin du Champ-de-Mars.

Constructions à droite de la tour. — Dans le jardin situé



Fig. 48. — Pavillon de la Bolivie.

entre la tour et l'avenue Suffren, à droite du Champ-de-Mars, on s'arrête successivement devant le pavillon de la Compagnie de Suez, devant celui du Brésil auquel est annexée une serre pour l'exposition des plantes de l'Amérique du Sud; devant le riche pavil-

lon de la République Argentine, devant le beau bâtiment mexicain qui sera ultérieurement transporté au Mexique. Cette construction massive renfermera un musée archéologique. Les Mexicains ont dépensé



FIG. 49. — Pavillon du Canal de Suez.

plus d'un million pour ce bâtiment tout en fer.

Ensuite on passe devant l'exposition de Bolivie avec son dôme de 12 mètres de hauteur. On y trouve une collection fort belle d'échantillons minéralogiques et la reproduction d'une galerie en exploitation de plomb argentifère; enfin une volière peuplée des oiseaux qui habitent les forêts du haut Pérou; au delà, le pavillon

de l'Équateur, le pavillon du Vénézuéla, du Chili, etc.; à côté, en bordure, le palais des Enfants, d'abord des-



Fig. 50. — Pavillon du Brésil.

tiné à contenir tous les jouets et à représenter tous les divertissements imaginables. Mais le bâtiment changea



Fig. 51. — Pavillon de la République Argentine.

5.

vite de destination : on le transforma en théâtre, puis à côté on éleva un second théâtre. C'est là que chaque

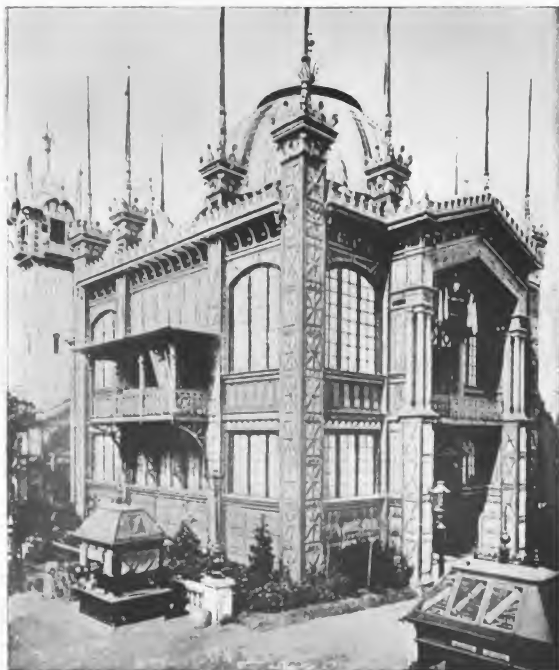


Fig. 52. — Pavillon du Chili.

jour la foule se presse au grand Théâtre parisien pour applaudir les gitanas et au Théâtre international pour

applaudir la troupe du Khédive. Dans ce coin on a installé, outre de grands bazars, différentes attractions,



FIG. 53. — Pavillon du Vénézuela.

notamment une reproduction d'une ville japonaise avec figures en cire, mœurs, habitudes, etc.

Mentionnons aussi, sur le terre-plein du palais des Arts libéraux, les pavillons du Lota, de San-Salvador et de Nicaragua. Ce dernier pavillon, d'une certaine élégance sobre, construit par M. Sauvestre, l'architecte de la grande tour, renferme, outre tous les produits du



Fig. 54. — Pavillon de Siam.

pays, un très beau plan du canal projeté de Nicaragua.

Constructions à droite, le long de l'avenue de Suffren. — Si maintenant nous parcourons la limite droite du Champ-de Mars, en remontant vers l'École-Militaire, nous passons devant le dôme Villard et Coutard, qui renferme un globe terrestre au millionième, ayant par conséquent 12^{m},75 de diamètre et 40 mètres de circon-



Fig. 55. — Les Gitanas de Grenade au Champ-de-Mars.

férence. Paris occupe, sur ce globe, environ un centimètre. On y a marqué toutes les voies de communications terrestres et maritimes de 1789 à 1889.

Nous visitons ensuite successivement les pavillons de l'Uruguay, de la République Dominicaine, du Paraguay, de Guatemala, d'Haïti, le grand pavillon indien qui renferme des produits d'Orient et quelques autres aussi, l'exposition de Saint-Marin, le pavillon chinois, le restaurant roumain, le bâtiment du Maroc et enfin l'exposition égyptienne qui occupe une superficie de 3,000 mètres carrés. Cette exposition se développe jusqu'à l'extrémité du palais des Machines.



Fig. 56. — Palais Indien ; vue extérieure.



FIG. 57. — Palais Indien ; vue intérieure.

On a construit plusieurs types de maisons en bordure du Champ-de-Mars à droite ; à gauche, on a emprunté



Fig. 58. — Le Marchand d'Orangeade de la rue du Caire.

de grands espaces au palais des Industries diverses et élevé sur ce point des façades orientales. Là, tout



Fig. 59. — Un Potier de la rue du Caire.



Fig. 60. — Un Tourneur de la rue du Caire.

est égyptien. C'est la fameuse rue du Caire qui a eu le même succès que la rue des Nations de 1878. L'expo-



Fig. 61. — Ane et Anier de la rue du Caire.

sition égyptienne a été organisée par M. le baron Delort de Gléon, commissaire général; les travaux ont été exécutés par M. Gillet, architecte.



Fig. 62. — Rue du Caire.
Une Noce.

La rue Égyptienne est une représentation exacte

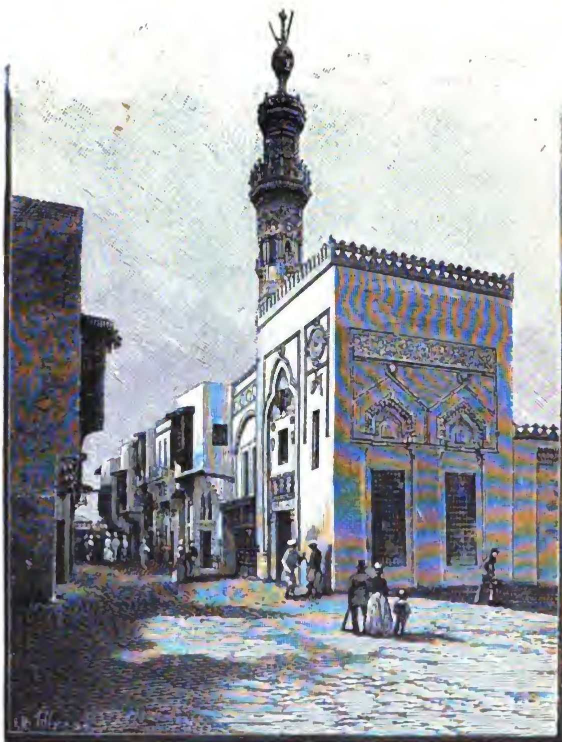


FIG. 63. — La Rue du Caire.

d'une rue du Caire avec ses boutiques, ses cafés, ses maisons à moucharabis et un superbe minaret. Elle

est habitée par 200 Égyptiens, fabricants de vitraux, tourneurs, musiciens, etc. Derrière les maisons, on a installé une écurie renfermant 100 petits ânes qui, luxueusement harnachés, promènent les enfants et surtout les grandes personnes dans les allées du parc.

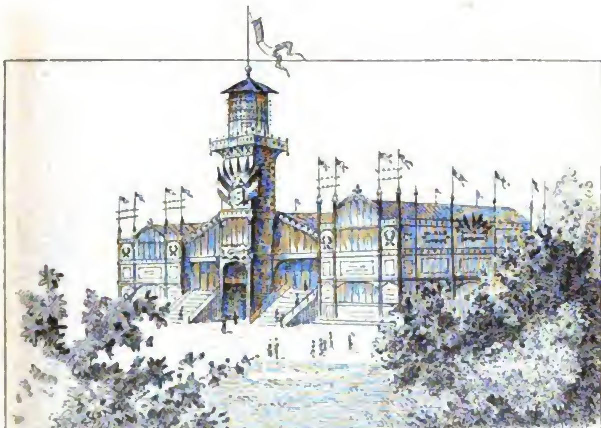


FIG. 64. — Pavillon de la Société générale des Téléphones.

Enfin, on a aménagé successivement plusieurs grands cafés ; la porte principale est ornée d'une tente d'une extrême richesse empruntée au palais du Khédive. Pendant les premières semaines de l'Exposition on s'écrasait littéralement dans cette petite rue étroite ; le Parisien voulait voir les Égyptiens au travail et les fameux âniers, un peu trop indépendants, qu'il fallut mettre à la raison plus d'une fois. C'est dans ce

petit coin qu'on entendait sans répit du matin au soir la musique égyptienne; c'est là aussi que les amateurs vont voir la danse du ventre et les almées. La concurrence s'en mêle, et plusieurs entrepreneurs exhibent des almées de plus en plus authentiques. Passons.

Constructions à gauche de la tour. — A gauche,



Fig. 65. — Pavillon de l'Administration des Tabacs.

après avoir franchi le pont d'Iéna, les maisons Garnier, on voit successivement le pavillon des Manufactures de l'État, le pavillon de l'exposition spéciale Eiffel, dont la coupole est un fac-similé de la grande coupole de l'Observatoire de Nice, la maison moderne où l'on rencontre toutes les applications possibles du gaz, tous les modes d'éclairage anciens



FIG. 66. — Pavillon de Monaco.

et modernes, les principaux moyens de chauffage.

Un peu plus loin on pénètre en foule aussi dans le pavillon de la Société générale des Téléphones. C'est là que tous les soirs, dans quatre grands salons, on entend



Fig. 67. — Pavillon des Pastellistes.

l'Opéra, l'Opéra-Comique, l'Eden, etc. Ces auditions ont un véritable succès. On entend les artistes absolument comme si l'on se trouvait sur la scène. A l'étage supérieur on a exposé à gauche des types perfectionnés de bureaux téléphoniques, construits sous la direction de M. Berthon, les appareils les plus nouveaux, et à droite M. Lazare Weiler a installé une exposition

très réussie de ses fils silicieux et des câbles téléphoniques. Pour la première fois on a mis à la disposition du public le Théâtrophone de MM. Szarvardy et Marinowitch, appareil automatique qui vend de la musique. On jette une pièce de 50 centimes dans l'appareil et aussitôt en saisissant les cornets téléphoniques



Fig. 68. — Pavillon de la Presse.
Vaudoyer, architecte.

et en les portant à l'oreille on perçoit pendant cinq minutes des airs transmis à distance. Comme l'appareil doit fonctionner le jour, on a installé dans les sous-sols de l'Administration des Téléphones, rue Caumartin, des pianos mécaniques. Ce sont ces pianos que l'on entend dans le Théâtrophone. Au pavillon des Téléphones, on a aussi placé un phonographe perfectionné Edison en sorte que le public peut apprécier les merveilles

de la transmission et de la production directe des sons.

Près des Téléphones, à citer encore : le chalet finlandais, le chalet norvégien, le pavillon Brault en céramique, la taillerie de diamants de M. Boas frères, etc.; enfin, le théâtre des Folies-Parisiennes. Ce théâtre, construit par M. de Schryver, est complètement en acier, fondations et couvertures comprises : on peut dire qu'il est incombustible. Les murs, les cloisons,

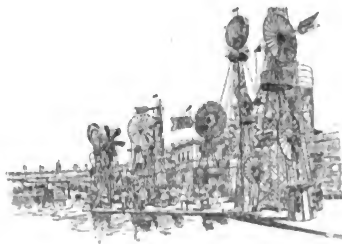


Fig. 69. — Moteurs à vent sur la berge de la Seine.

les planchers sont formés de panneaux de tôle mince d'acier de un millimètre d'épaisseur auxquels un emboutissage convenable a donné le maximum de résistance. Les parois d'un même mur, distantes de 16 centimètres, constituées par les tôles, sont réunies au moyen de larges plats boulonnés sur les bords supérieurs de chacun des panneaux.

Ce théâtre, après l'exposition, sera démonté et envoyé dans l'Amérique du Sud où il servira de bibliothèque. C'est, au fond, un type de maison en acier qui pourra quelquefois être employé par suite de

la facilité du montage et de l'extrême légèreté de la construction.

Enfin, n'oublions pas le pavillon céramique de M. Perusson, l'isba russe, le pavillon Toché destiné à une exposition de fresques, le pavillon des Tabacs turcs

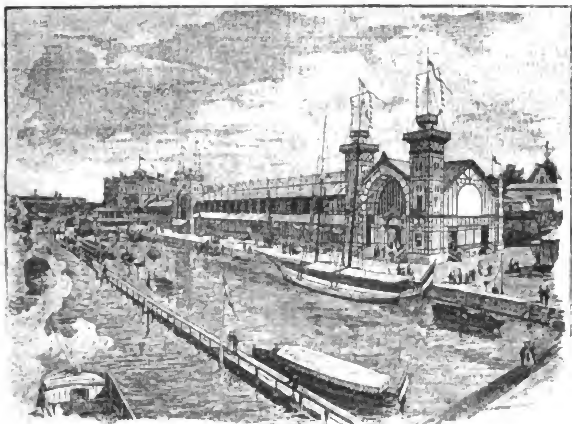


Fig. 70. — Panorama des Transatlantiques et Pavillon de la Marine.

et, sur le terre-plein du palais des Beaux-Arts, le pavillon de Monaco et le pavillon des Pastellistes. Au pavillon de Monaco, le prince héréditaire Albert de Monaco a exposé notamment une collection des engins de pêche dont il s'est servi dans les campagnes successives de l'*Hirondelle*, avec les cartes et les résultats scientifiques des sondages opérés dans l'Atlantique Nord et dans le voisinage des Açores.

Constructions à gauche, le long de l'avenue de La Bourdonnais. — Immédiatement après les bureaux du Com-



Fig. 71. — Palais du Portugal, de l'Alimentation et des Chambres de Commerce.

missariat et du Directeur de l'exploitation, on passe devant le pavillon des Aquarellistes qui fait en quel-

que sorte pendant à celui des Pastellistes élevé en face; puis devant le pavillon de la Presse et le bureau qui lui est adjoint des postes et des télégraphes. Le pavillon de la Presse, très coquet et très orné par divers exposants, a été construit, sur les plans de M. Vaudoyer, par M. Favaron, directeur de la Société des ouvriers charpentiers de la Villette; il est le rendez-vous de toute la presse française et étrangère. Tous les soirs on avait quelque peine à trouver de la place sous la grande tente de son restaurant illuminé à la lumière électrique et entouré de son parterre de fleurs.

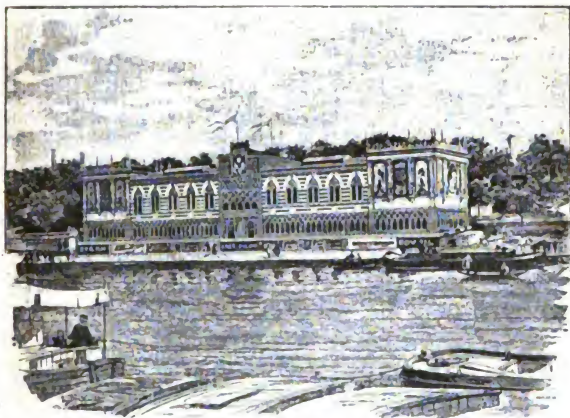


FIG. 72. — Palais de l'Espagne.

Après les Postes et Télégraphes l'élégante station d'électricité de la Compagnie continentale Edison, puis

successivement les forges du Nord, les broderies anciennes, les écuries de MM. Milinaire frères, lès charbonnages de Mariemont et de Bascoup, la commission



Fig. 73. — Exposition maritime.

belge et l'exposition Solvay, la Colonie du Cap, les mines de diamants de Kimberley, les forges de l'Horme, les établissements Cail, avec l'énorme canon Bange de 12 mètres de longueur, les pavillons Royaux, Lacour, l'Union céramique chaufournière, l'exposition

de Montchanin, les forges de Saint-Denis, le pavillon Goldemberg, la Compagnie générale des asphaltes.

Berge de la Seine. Rive gauche. — En retournant vers le Trocadéro, à droite et à gauche du pont d'Iéna,



Fig. 71. — Palais des Produits alimentaires.
Raulin, architecte.

nous signalerons l'exposition de l'industrie du pétrole organisée par M. Deutsch. Dans un des énormes réservoirs en fer de 18 mètres de diamètre et de 8 mètres de hauteur qu'utilise cette industrie, on a installé un panorama représentant les principaux gisements pétrolifères d'Amérique et de Russie, A côté, dans un pavillon spécial, figurent les industries de l'éclairage,

du chauffage et de la force motrice par les huiles et essences minérales. On voit notamment dans ce pavillon une voiture mue par une machine à pétrole.



Directeur de l'École d'Horticulture de Versailles,
Président du Groupe de l'Horticulture.

Dehors on a placé divers appareils d'éclairage intensif connus sous le nom de *lucigènes* et qui lancent leurs clartés blanches sur l'eau de la Seine.

Un peu plus loin, sur le bord de la Seine, la station

de la Société « l'Éclairage électrique », puis le bâtiment des machines motrices pour l'élévation des eaux.

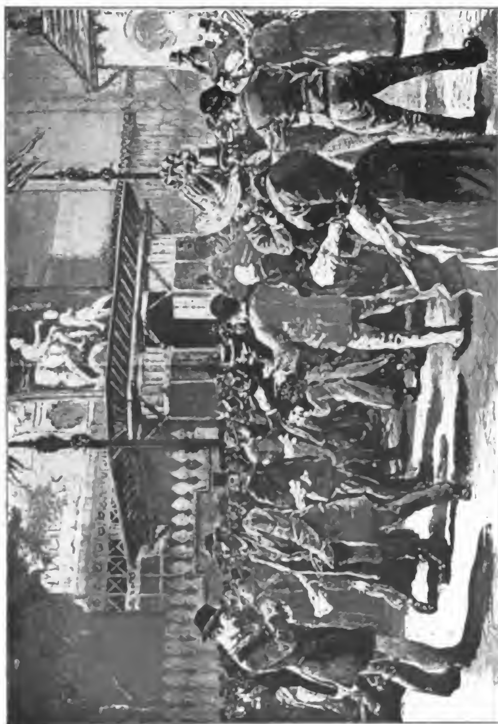


Fig. 76. — Vente de Tickets à la Porte de Tourville.

Là encore, en avançant le long de la berge, on trouve à droite les expositions des pompes de toute espèce,

l'exposition des moteurs pour agriculture, une belle machine à gaz de 100 chevaux, de petits moteurs à pétrole depuis 1/8 cheval jusqu'à 3 et 4 chevaux. A gauche, on entre dans le pavillon spécial où MM. Serpollet ont placé des types de leur petite chaudière à tube aplati en cuivre, foyer, chaudière ne tenant pas plus de place qu'un petit poêle roulant. On a attelé le

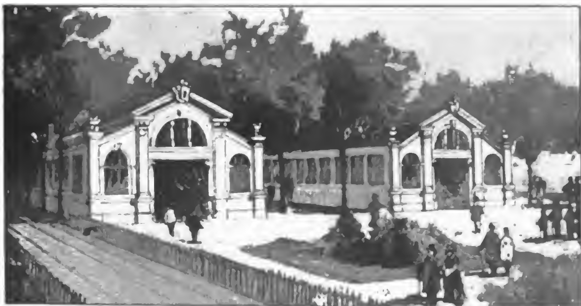


FIG. 77. — Entrées des Galeries de l'Agriculture.

système à une dynamo de façon à montrer son application à l'éclairage domestique. Un grand tricycle figure aussi au milieu du bâtiment; il est mû naturellement à l'aide d'une chaudière Serpollet.

A droite du pont, l'exposition maritime et fluviale. On a créé un petit port de refuge où sont groupées de nombreuses embarcations, yachts, canots à vapeur, etc. Mais c'est le grand bâtiment de la berge qui attire avec raison les curieux. On y a placé tout ce qui se rapporte à la navigation, des modèles de grands vais-

seaux, de navires blindés, de croiseurs, des intérieurs de paquebots, des salons grandeur nature, des cabines ; puis l'artillerie de marine, les bateaux de sauvetage, les bouées, les fusées porte-amarres, les scaphandres, etc. Très curieux ce bâtiment.



Fig. 78. — Entrée de l'Exposition des Invalides au quai d'Orsay.

Plus loin, on trouve le pavillon du Gaz à l'huile et le grand panorama de la Compagnie Transatlantique. Le visiteur se trouve en rade du Havre sur le pont de la *Touraine*, paquebot en ce moment en construction qui dispose de 11,000 chevaux-vapeur. On voit au loin la pleine mer et, autour du spectateur, les plus grands paquebots de la Compagnie. L'illusion est complète. Ce panorama est l'œuvre très réussie de M. Poilpot. A l'étage inférieur, un diorama montre l'intérieur des cabines, le salon de 1re classe, la rade de New-York, etc.

Enfin, toujours sur la berge, les bâtiments de l'ostréiculture et de la pisciculture, bâtiments très fréquentés. On voit des parcs d'huîtres; et l'on s'initie à tous les procédés d'élevage, etc.; dans certains aquariums à glaces verticales, le public s'amuse à suivre les mouvements des truites, des saumons, etc. Au delà, on pénètre dans le superbe bâtiment des Chambres du com-



FIG. 79.— Devant l'entrée des Invalides.

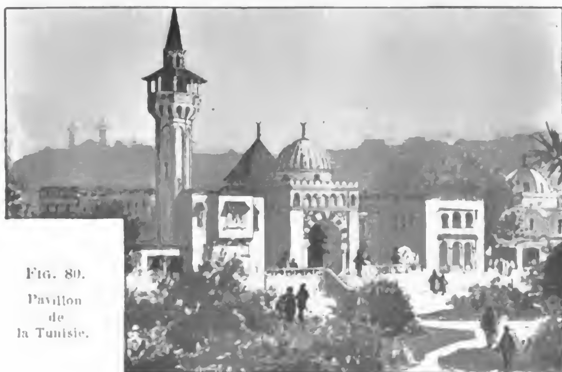


FIG. 80. Pavillon de la Tunisie.

merce maritime. On y a exposé des plans en relief des principaux ports modifiés depuis quelques années, ports de Calais, de Boulogne, de Dunkerque, de Dieppe, du Havre, de Marseille, etc. Ces plans sont

extrêmement remarquables. C'est plaisir d'entendre les gens du pays s'écrier avec satisfaction : « Mais c'est cela, nous voilà chez nous; voici la jetée, voilà ma rue... »

L'exposition des Chambres de commerce est une des plus réussies.

Au delà, on passe dans le palais des Produits alimentaires, construction immense à deux étages due à



Fig. 81. Exposition d'Hygiène

M. Raulin. Sur la Seine on voit se profiler sa grande façade blanche.

La galerie inférieure est sur la berge; c'est là que l'on a accumulé tous les échantillons de la production vinicole française et étrangère. La galerie supérieure se trouve au niveau du quai; on y a placé l'exposition proprement dite des substances alimentaires. On voit fabriquer le pain, les gâteaux, les biscuits, les pastilles, le chocolat, etc.

A l'étage inférieur, dans la partie réservée aux vins, on a élevé de véritables arcs de triomphe avec des

bouteilles, des portiques élégants, toute une série de murs et de compartiments en bouteilles, pleines ou vides d'un curieux effet. C'est là qu'on pourra s'initier à la fabrication des vins de Champagne. On voit des ouvriers soutirer le vin, emplir les bouteilles, intro-

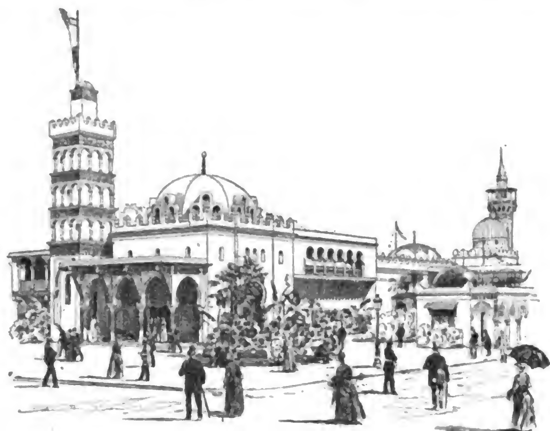


Fig. 82. — Palais de l'Algérie.
Esplanade des Invalides.

duire le sirop de sucre candi, enfoncer les bouchons mécaniquement, etc. Ne questionnez pas les ouvriers, car ils sont en cire et ne répondraient pas ; mais l'illusion est telle qu'à quelques pas on les croirait en chair et en os. Que de visiteurs s'y sont trompés ! La reproduction est parfaite. On s'arrête toujours devant ces blouses bleues et ces hautes casquettes.

Plus loin, en continuant après les bâtiments de la



FIG. 83. — L'Exposition du Ministère de la Guerre à l'Esplanade des Invalides.

Dégustation des vins, des liqueurs, on traverse le beau pavillon du Portugal avec ses vignes et ses treilles, ses deux étages de produits, bois, fruits, vins, etc. Enfin on entre dans les bâtiments de l'Agriculture.

Le *Trocadéro* est destiné principalement à l'horticul-



Fig. 81. — Palais des Colonies françaises.

ture ; cette exposition occupe une surface de 40,000 mètres carrés. On a beaucoup admiré les fleurs du Trocadéro pendant les différents concours. L'exposition florale a été organisée par M. Hardy, le savant directeur de l'École d'horticulture de Versailles, président du groupe IX (Horticulture).

Nous relevons au Trocadéro, en dehors des collections d'arbres, d'arbustes et de fleurs, 25 serres, 14 pa-

villons et kiosques et plusieurs grandes tentes pour l'exposition des fruits. Ici encore, les allées principales sont garanties contre le soleil et contre la pluie par des velums en coutil blanc et rose.

Dans les parties basses et sur les côtés, on a planté



Fig. 85. — Palais des Colonies françaises.

les arbres fruitiers les plantes potagères, etc. L'Administration a même organisé sur une petite échelle une exposition de son « tout à l'égout ». On arrose avec de l'eau d'égout les terrains artificiels imités de ceux de la presqu'île de Gennevilliers. On voit pousser des légumes sous l'influence de cet arrosage à outrance. On voit l'eau sortir des terres tout à fait limpide après la filtration à travers le sol; ceux qui sont

partisans du « tout à l'égout » pourront même y goûter; les autres les regarderont faire. Tout est sujet à exposition.

A mentionner un abri mexicain en maïs, le pavillon du Gouvernement de Victoria, le pavillon des Travaux publics, enfin le bâtiment des Forêts. On s'est servi, pour ériger le bâtiment des Forêts, de toutes les essences qui croissent en France; on a employé



FIG. 86. — Habitation de colons concessionnaires à la Nouvelle-Calédonie. Esplanade des Invalides.

1,400 mètres cubes de bois. La façade est formée de panneaux obtenus par la juxtaposition et l'assemblage de bois de formes et de couleurs diverses; les colonnes sont constituées par des arbres séculaires non écorcés. La salle principale du bâtiment a 42 mètres de longueur sur 18 mètres de largeur; on y a réuni une collection d'échantillons de bois unique au monde.

C'est au Trocadéro que sous deux immenses tentes on a installé les diverses expositions, horticoles, fleurs,

fruits, arbrisseaux, plantes vertes, palmiers, etc. Les fleurs des parterres ont été renouvelées périodique-

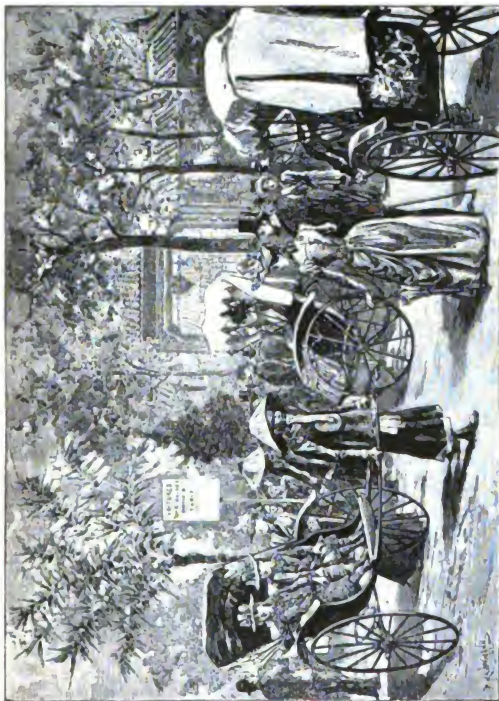


FIG. 87. — Pousse-Pousse tonkinois.
Esplanade des Invalides.

ment. Véritable mosaïque aux vives couleurs et aux suaves parfums. Derrière le pavillon des Travaux, on a disposé un curieux jardin composé de plantes

japonaises. Dans des grands pots, on a placé des arbres de cent ans, deux cents ans que l'industrie spéciale



Fig. 88. — Porte du Pavillon de la Cochinchine aux Invalides.

des Japonais a réduits à la grandeur de petits arbustes d'appartement. Les branches sans cesse rabattues et tordues n'ont pas plus de 30 centimètres. Les coni-

fères ainsi travaillés mesurent au maximum 40 cen-

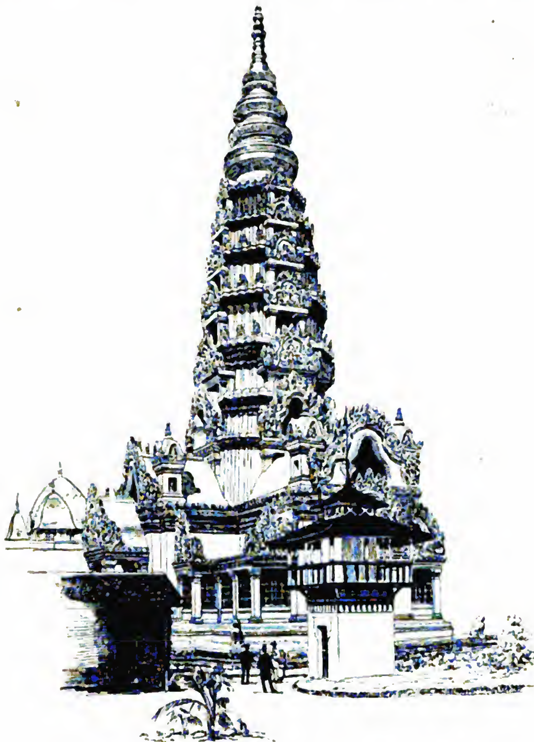


Fig. 89. — Pagode d'Angkor. — (Fabre, architecte.)
Esplanade des Invalides.

timètres de haut. Ces petits arbres rabougris n'ont rien d'agréable ; on dirait d'organismes difformes

et chétifs; ils ont été déformés. Ce sont des objets de curiosité très en vogue au Japon, où ils



Fig. 90. — Ouvrier tonkinois.

ornent les potiches et les jardinières des salons.

Plus haut, à droite, sur le coteau, on entend retentir la musique des Dames hongroises du Restaurant de France. Partout, sous les velums, à l'abri du soleil



Fig. 91. — Les Soldats indigènes devant le Pavillon des Colonies.
Esplanade des Invalides.

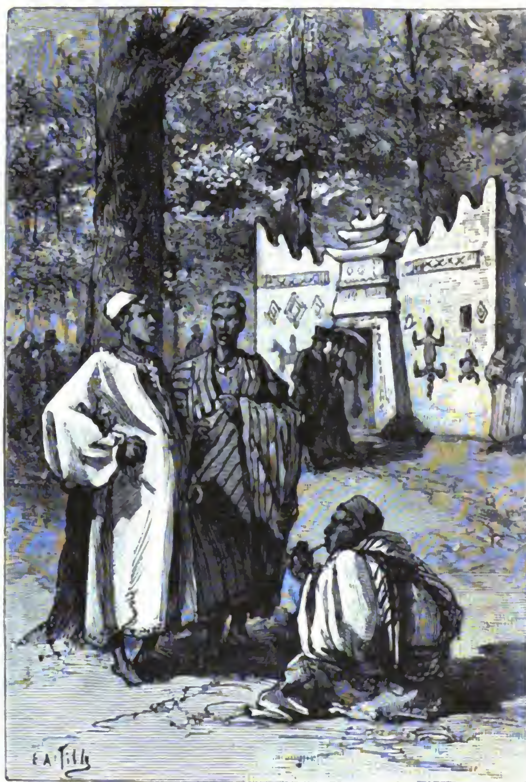
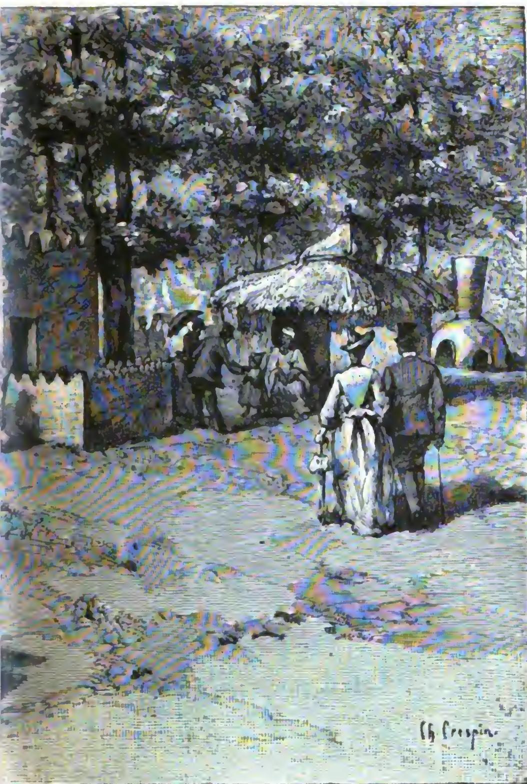


FIG. 92. — Village sénégalais



a l'Esplanade des Invalides.

ou de la pluie, des expositions diverses relatives à l'horticulture, des foyers pour serres, poêles, kiosques



Fig. 93. — Soldats tonkinois à table.

vitrés, outils, ustensiles divers, sécateurs, tondeurs, etc. Rien de joli et de frais comme cette oasis de verdure

formée par les pentes du Trocadéro, rafraîchie par la grande cascade centrale et les petites rivières qui suivent leur cours paisible entre les rives fleuries, les gazons et les rochers.

Quai d'Orsay. — Le quai d'Orsay est réservé aux produits et appareils agricoles.

A l'extérieur les interminables bâtiments de la viticul-



Fig. 91. Pavillon de la Cochinchine et de l'Annam.

ture et de l'agriculture n'ont rien de séduisant ; ils se prolongent sur deux lignes parallèles jusqu'aux Invalides.

A l'intérieur, l'œil est plus satisfait. MM. Chaperon et Jambon ont exécuté sur les plafonds des peintures ornementales qui se marient agréablement aux feuillages naturels, aux vignes et aux fruits. M. Toché a orné la façade de grandes compositions où sont représentées les scènes de vendange, de foulage, de la mise en fût. On passe successivement en revue le matériel agricole, la viticulture, les machines agricoles en mouvement et les sections étrangères.

Les galeries, en effet, sont divisées en deux grandes sections. La première va de l'avenue de La Bourdonnais à la rue Malar, couvrant une superficie de 15,984 mètres. On y a rassemblé les produits français et les machines agricoles ; dans la seconde, qui s'élève à la suite et dont la superficie couverte atteint 9,577 mètres, on a groupé les expositions étrangères :



Fig. 95. — Temple Indien.
Esplanade des Invalides.

Portugal, Italie, Espagne, États-Unis, Suisse, Luxembourg, Pays-Bas, Roumanie, Russie, Danemark, Autriche-Hongrie, Norvège, Belgique, Colonies anglaises, etc.

Sur le quai, aussi, en face du palais des Produits alimentaires, se trouvent la czarda hongroise, une boulangerie hollandaise, une laiterie anglaise, une beurrerie suédoise. La czarda avec ses musiciens attire la foule. Son restaurant est très fréquenté ; nous traversons ensuite l'exposition française du Garde-Meuble

et des marbres du gouvernement ; au delà du pont de l'Alma, au débouché de la passerelle, les Magasins centraux militaires ; sur la berge, en face des Invalides, le pavillon de la Balnéothérapie.

Esplanade des Invalides. — Nous pénétrons enfin sur l'Esplanade par une large avenue centrale qui va du quai à l'hôtel des Invalides. On a groupé sur l'Esplanade une exposition dans l'Exposition avec de véritables palais. A droite, le pavillon d'exposition du Ministère des Postes et Télégraphes, l'exposition bien remarquable du Ministère de la Guerre, avec le pavillon de l'Aérostation militaire, celui des Poudres et salpêtres, la boulangerie militaire, etc.

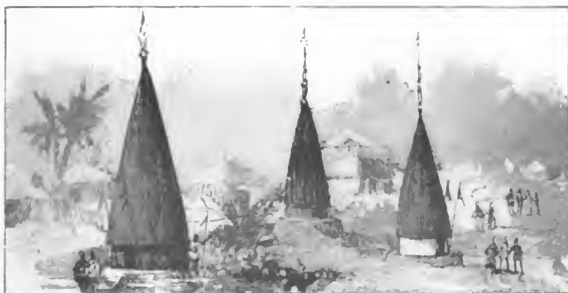


Fig. 96. — Cases Canaques.

Le bâtiment principal du ministère de la guerre mesure 150 mètres de long sur 22 mètres de large ; on y pénètre par trois portes monumentales. La principale est de style moyen âge, crénelée à pont-levis, flanquée de deux tours. C'est un véritable château fort. Dans

une des salles du palais de la Guerre, on a placé de bien jolis modèles de toutes les machines de guerre employées depuis la plus haute antiquité; dans une autre, on a représenté les différentes phases d'un siège à toutes les époques; dans une troisième, on a réuni



FIG. 97. — Pavillon de l'Annam et du Tonkin.
Esplanade des Invalides.

les portraits, les armes de nos plus illustres généraux. A noter aussi le bâtiment des nouvelles mitrailleuses et l'immense canon de Bange.

A côté se trouve l'exposition de l'Union des Femmes de France, avec un type d'hôpital démontable et portatif.

L'exposition de l'Hygiène occupe un palais à trois grandes coupoles de 20 mètres de hauteur et de 10 mè-



FIG. 98. — Une Scène du *Roi de Duong*.
Pièce en 6 actes, représentée au Théâtre Annamite de l'Esplanade des Invalides.

tres de diamètre. Ce palais est spécialement affecté à l'hygiène de l'habitation ; à côté, on visite le bâtiment



FIG. 89. — La Pagode annamite dite de la *Grande Tranquillité*. Une cérémonie religieuse.

de l'Assistance publique avec une exposition du matériel et des appareils employés dans les établissements de l'Assistance, hôpitaux, asiles, etc. ; plus loin, le pa-

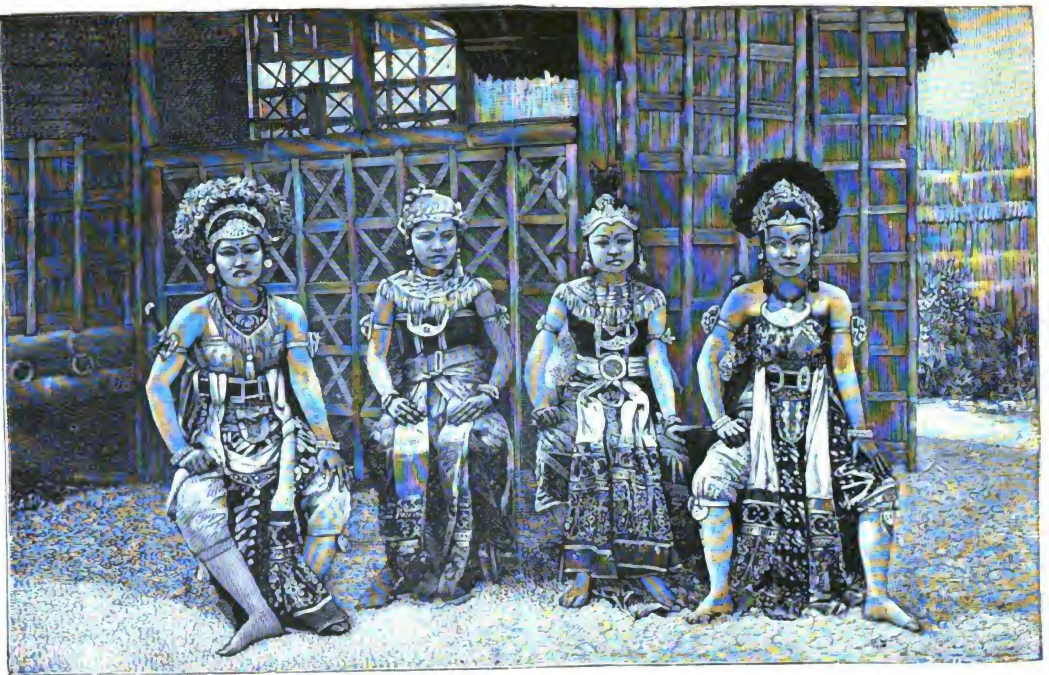


Fig. 100. — Kampong javanais. — Les danseuses Djamina, Wakiem, Seriem et Soukiem.



Fig. 101. — Musicien javanais jouant du Ang-klong.



Fig. 102. — Danseuse javanaise.

villon des Eaux minérales, le pavillon Geneste et Herscher, où l'on a réuni les applications du génie sanitaire : ventilation, chauffage, assainissement, désinfection.



Fig. 103. — Musicien javanais jouant du Rebab.

Tout au bout de l'Esplanade on a installé l'exposition d'économie sociale qui comprend les meilleurs types de maisons ouvrières, un cercle d'ouvriers, une bibliothèque, un restaurant populaire où l'on dine

pour dix centimes, etc. Grand succès aussi pour cette exposition. M. Léon Say, sénateur, présidait le groupe de l'Économie sociale.

Nous revenons sur nos pas, du même côté de l'allée



Fig. 104. — Musicien javanais jouant du Bona.

centrale, et nous recommençons maintenant notre examen à partir de la Seine, côté gauche de l'Esplanade.

C'est tout d'abord l'exposition de l'Algérie. Encore un palais entouré de toute une petite ville arabe avec

ses minarets, ses koubas, ses terrasses, ses dômes. On



Fig. 105. — Kampong javanais.
Esplanade des Invalides.

pénètre dans le palais par un grand porche à quatre colonnes, comme on en voit à Alger; au porche est

adossé un minaret de 22 mètres de hauteur ; puis une grande kouba abritant le vestibule où se dresse la statue de l'*Algérie*, de M. Gauthier. On a devant soi une galerie bien éclairée renfermant les produits d'Alger, d'Oran, de Constantine. A gauche du minaret, on a élevé un bâtiment spécial pour les beaux-arts et les arts libéraux de l'Algérie. Au centre de l'exposition,



FIG. 106. — Le Souk tunisien.
Esplanade des Invalides.

on peut se reposer dans un beau jardin présentant tous les spécimens de la flore algérienne et où des indigènes vendent des produits de l'Afrique.

Quelques pas encore, et nous voici devant le palais de la Tunisie précédé d'un portique qui rappelle celui du palais beylical du Bardo ; à droite, un bâtiment à terrasse reproduisant le Souk-el-Bey ; à gauche, un bâtiment à toit quadrangulaire, fac-similé du tombeau de Sidi-Arrouz à Tunis. A l'intérieur, une cour carrée ou patio avec ses élégantes colonnades conduisant aux salles d'exposition. Dans les jardins, des restau-

rants, des boutiques, des cafés et des concerts avec la



Fig. 167. — La Fantasia arabe.
Esplanade des Invalides.

musique et les danses tunisiennes. N'oublions pas un type de maison d'école d'enfants arabes.

Après la Tunisie, un palais toujours, un palais plus grand encore que les précédents, le palais des Colonies entouré de villages néo-calédoniens, alfourou, cochinchinois, sénégalais; c'est immense. A gauche du palais central, le pavillon de l'Annam et du Tonkin. au milieu duquel est placé un Bouddha gigantesque: le pavillon de la Cochinchine, reproduction d'un tem-

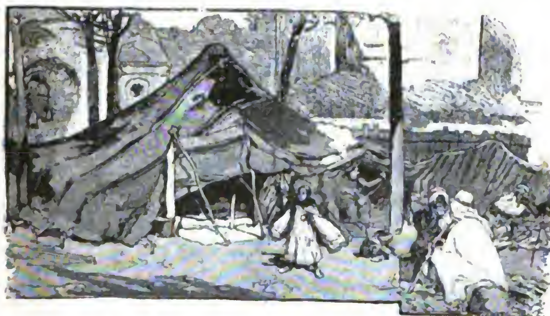


Fig. 108. — La Tente des Femmes kabyles. Esplanade des Invalides.

ple du désert des Tombeaux, construit en bois de save aussi dur que le bois de teck; la pagode de Villenour, le pavillon de Madagascar. A droite, le grand bâtiment de l'Indo-Chine; puis, ceux de la Guadeloupe, de la Martinique, l'allée du Sphinx, la pagode d'Angkor, curieux spécimen architectural représentant un fragment d'un monument colossal de l'art Kmer, connu des missionnaires dès le XVIe siècle. Le temple d'Angkor occupait près de 6,000 mètres carrés de superficie et était entouré par un fossé de 200 mètres de large. Au

centre, s'élevait une tour de 80 mètres de hauteur, analogue à celle que l'on a érigée aux Invalides et dont la hauteur atteint déjà 40 mètres. Ce monument rappelle une des phases de la vitalité d'une agglomération



Fig. 109. — Cour de la Cochinchine.
Esplanade des Invalides.

tion humaine considérable, comprenant vingt races au moins, qui a lutté puis disparu entre Mékong et le Grand Lac. On a relevé dans les inscriptions d'Angkor la date du IIe siècle, âge des plus anciens monuments de l'Inde. Des causes peu connues, parmi lesquelles les plus vraisemblables pourraient être l'assèchement de la région et la transformation du golfe en lac, ont

annihilé l'œuvre de tant de civilisations successives. Seul Angkor a subsisté et l'on ne saurait trop se féliciter de voir cette page de l'histoire et ses légendes reproduite avec connaissance et talent à l'Exposition.



Fig. 110. — Ouvrier annamite.

Au delà, on traverse le kampong ou village javanais; enfin, dans le fond, on visite un village malgache, la case canaque, une serre renfermant des plantes exotiques, un restaurant annamite, un restaurant créole, un théâtre annamite, etc. Nous en passons. Toutes nos colonies sont représentées dans cette exposition, qui offre un grand intérêt de curiosité.

Il est inutile de dire tout le succès de ce coin de l'Exposition ; la foule y passe des journées entières à parcourir, non seulement les bâtiments, mais à voir de près les noirs, les Sénégambiens, les types de nos colonies,



Léon Say

De l'Académie française et de l'Académie des Sciences morales et politiques,
Sénateur, Président du Groupe de l'Économie sociale.

les Javanaises, les artistes du théâtre des Annamites, les danses, etc. Les fêtes du soir, le défilé de tous ces habitants des pays d'outre-mer attirent un monde énorme. On ne se lasse pas de regarder, de plonger

un œil indiscret dans les cases de voir courir les petites Javanaises, les petits soldats annamites, les conducteurs de petites voitures, les « pousse-pousse », etc. Un peu foire peut-être ce côté de l'Exposition, mais il en faut pour tous les goûts ; aussi bien, rien d'amusant comme l'examen de tout ce monde, comme l'étude de leurs mœurs, de leur carac-



FIG. 112. — Panorama de Tout-Paris. (Yvon, architecte.)

tère, etc. Les ethnographes auront fait large moisson.

Tout à l'extrémité, le panorama « le Tout-Paris » de M. Castellani. Le visiteur est placé, un jour d'été, sur le refuge de la place de l'Opéra et, de ce point d'observation, il voit passer les célébrités parisiennes sur le boulevard, dans la rue de la Paix, dans la rue du Quatre-Septembre, avenue de l'Opéra. On trouve de tout dans cette galerie, des figures les plus connues, depuis Rochefort et M. Choubersky jusqu'à Louise Michel et M. Renan attablé au café de la Paix. M. Renan au

café de la Paix! cela suffit pour donner une idée du degré de ressemblance des personnages esquissés sans façon par M. Castellani. Derrière ce panorama, M. Barre, ancien collaborateur de l'ingénieur Girard, a reconstitué le chemin de fer glissant de la Jonchères. Une ligne de 150 mètres; quelques petits wagons glissant sur des rails soutenus par de l'eau sous pression et entraînés par un jet d'eau venant frapper sur les aubes rectilignes installées sur le wagon propulseur. Un souvenir de 1862 (1)!

Chemin de fer. — Nous sommes au bout ou à peu près; nous avons parcouru d'un pas rapide toute l'enceinte. La distance franchie depuis le départ est considérable; on a heureusement, pour le visiteur, établi un petit chemin de fer intérieur du système Decauville. C'est une ligne à double voie de 60 centimètres de largeur; elle part de la porte d'entrée de l'esplanade des Invalides, suit tout le quai d'Orsay entre deux rangées d'arbres qui transforme la voie en un tunnel de verdure; elle passe en souterrain sous le carrefour de l'avenue Rapp et de l'avenue Bosquet, puis en tranchée au Champ-de-Mars et tourne pour longer l'avenue de Suffren jusqu'à la station terminus près de la galerie des Machines. Ce chemin de fer a $3^{km},500$ de développement et trois stations intermédiaires. Les trains s'arrêtent aux galeries d'Agriculture, aux galeries des Produits alimentaires devant la czarda hongroise, et à la tour Eiffel. Le rayon minimum de ses courbes est de 23 mètres; la pente maximum, de 29 millimètres. On sait ce qui caractérise le chemin

(1) *Causeries scientifiques*, t. II, 1862.

de fer Decauville. Au lieu de deux files de rails indépendantes et appuyées comme d'habitude sur des

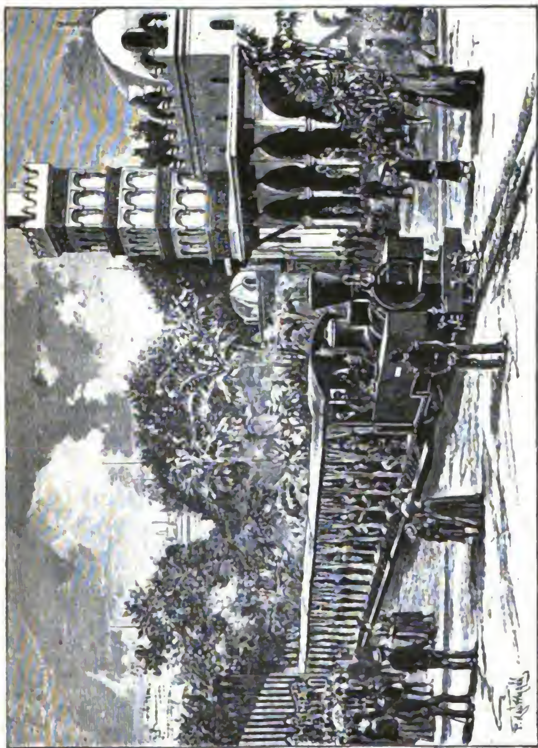


FIG. 113. — Chemin de fer Decauville. — Embarcadère aux Invalides.

traverses en bois, la voie Decauville est constituée par une série de tronçons ou travées d'une longueur

comprise entre $1^m,25$ et 5 mètres. Les rails et traverses en acier sont assemblés en un tout rigide. La réunion de ces sortes d'échelles se fait en un instant, au moyen d'éclisses dont chacune, fixée à un bout du tronçon, vient s'encastrer dans le bout correspondant de l'autre tronçon. Au début, la voie avait 50 centimètres. Après l'examen du premier petit chemin de fer économique construit dans le pays de Galles, de Festiniog à Port-Madoc, dès 1832, M. Decauville adopta définitivement la voie de 60 centimètres d'écartement. La voie de l'Exposition est formée de rails d'acier du poids de $9^{kg},500$ par mètre courant; elle porte facilement des voitures de $1^m,70$ de largeur, montées sur deux trucks articulés ou bogies avec roues en acier de 45 centimètres. Ces voitures légères, à claire-voie, renferment 8 voyageurs par compartiment: au total, 56 voyageurs.

Les locomotives employées sont de trois types : la locomotive Decauville, la locomotive Mallet compound et la locomotive Pichot-Bourdon. La machine compound Mallet fonctionne depuis plusieurs années sur les chemins Decauville employés pour les transports militaires. C'est M. Mallet qui a construit la première machine compound qui a été mise en service, il y a déjà près de douze ans, sur la ligne de Biarritz à Bayonne. Le type de l'Exposition pèse 9 tonnes et demie à vide et 12 tonnes en ordre de marche. Il peut développer 75 chevaux-vapeur. Cette machine, pour tourner dans des courbes de 20 mètres de rayon, porte un avant-train articulé. Les deux essieux couplés sont actionnés par une paire de cylindres, tandis qu'une autre paire de cylindres commande les essieux d'ar-

rière également accouplés. C'est une compound à quatre cylindres. La vapeur travaille à 12 atmosphères de pression dans les cylindres d'arrière et se détend dans les cylindres d'avant où elle n'a plus qu'une pression de 4 à 5 atmosphères. Les deux essieux étant indépendants, la machine a beaucoup de souplesse pour passer dans les courbes. En même temps le poids total est utilisé pour l'adhérence, sans que la charge par essieu dépasse 3 tonnes, poids aisément supporté par des rails de 9 kilogr. Cette locomotive peut remorquer 280 tonnes en palier, et 76 tonnes sur une rampe de 10 millimètres.

En général, sur le petit chemin de fer destiné aux usages militaires, on n'emploie que des locomotives de 6 tonnes remorquant en palier 15 tonnes à la vitesse de 20 kilomètres. Le poids des wagons de marchandises est d'environ 1000 kilogr. On se sert, pour les pièces plus lourdes, de wagons plates-formes à pivot pouvant porter 4 tonnes et demie. Deux wagons suffisent donc pour un canon de 9 tonnes. Ces petits chemins de fer, malgré leur légèreté, peuvent transporter des charges très lourdes.

A l'Exposition, les trains circulent de 9 heures du matin à 11 heures du soir, toutes les dix minutes; toutes les cinq minutes, le dimanche. La porte de l'Esplanade se trouvant à 260 mètres du pont de la Concorde, ce petit chemin de fer emporte la foule au Champ-de-Mars et au Trocadéro en moins de dix minutes pour le prix unique de 25 centimes, quelle que soit la distance. Que de fois est-il assailli d'assaut! Les trains passent généralement bondés de monde. Jamais le type Decauville n'aura mieux montré toute

son utilité et toute sa portée; il est vraiment bien digne d'avenir. On a marché sans accident à la vitesse de 23 kilomètres à l'heure. Les trains pesaient 51 tonnes sans machine. La locomotive pesant 12 tonnes remorquait par conséquent quatre fois son poids, ce qui est un bon résultat. Le poids mort par voyageur atteint à peine 144 kilogrammes.

Le service de l'exploitation est remarquable. Tout marche réglementairement et malgré la foule il n'est survenu qu'un seul accident.

Chaque station est reliée par une ligne téléphonique installée par la Société générale des Téléphones. On a mis en marche sur cette ligne minuscule des trains-omnibus s'arrêtant aux trois stations et des trains express ne s'arrêtant qu'à la tour Eiffel.

En somme, le chemin de fer Decauville a transporté 6,342,670 voyageurs, soit une moyenne par jour de 35,238 personnes dans 3,708 trains, qui ont parcouru 92,520 kilomètres; il a fourni plus de cent fois le service d'un bon chemin de fer économique.

Les voies ferrées qui ont desservi le Champ-de-Mars pendant la durée des travaux et la période des installations et de la manutention ont été établies par M. Charton; elles présentent un développement de 7 kilomètres. Une convention spéciale a été passée avec la Compagnie de l'Ouest pour la location du matériel. Ces voies ont été recouvertes par des planchers; mais elles serviront de nouveau à la fin de l'Exposition pour l'enlèvement des colis et pour les travaux de démolition.

III

LA FOULE — LA CIRCULATION
LA STATISTIQUE
LES FÊTES DE L'EXPOSITION

Le public à l'Exposition. — La foule. — Dimanches et fêtes. — Aspect du Champ-de-Mars. — Les dîners sur les pelouses. — Restaurants, cafés, bars. — L'heure des repas. — Envahissement des bancs, des terrasses, etc. par les dîneurs. — Les dégâts dans les jardins. — La gare du Champ-de-Mars. — Les pontons des bateaux. — Moyens de circulation. — Chemin de fer de Ceinture, bateaux, tramways, omnibus, tapissières. — Provinciaux et étrangers. — Petite statistique. — Voyageurs transportés. — La consommation à Paris en 1889. — Le ventre de la grande Ville. — Dans l'enceinte. — Les accidents. — Les enfants perdus. — Les pick-pockets. — La santé publique. — La Commission des Fetes. — Les fêtes de jour et de nuit. — La distribution des récompenses. — A l'étranger. — Opinion de la presse étrangère sur l'Exposition de 1889.

Nous avons esquissé les Palais; mais ce que nous ne saurions représenter exactement pour ceux qui n'auront pas visité l'Exposition pendant le jour et pendant la soirée, c'est l'étonnante poussée de la foule dans l'enceinte, le coup d'œil extraordinaire du Champ-de-Mars et des Invalides les grands jours de fête, l'assaut des

cafés, des restaurants à l'heure des repas. Les cafés et



Fig. 115. — Les Abords de l'Exposition le 6 Mai.
Bateau des Grands Magasins du Louvre. Ponton des Bateaux-Omnibus.

les restaurants, les bars occupent un espace considérable le long des promenoirs, des terrasses des palais;

il en existe, en dehors de ceux qui ont obtenu des concessions au premier étage de la tour Eiffel, un nombre relativement considérable dans le parc : restaurant français Tourtel, restaurant Kuhn, restaurant Roumain, quatre restaurants populaires, restaurants nombreux aux Invalides, restaurants à l'Alimentation, bars sur bars. Eh bien! tout cela est insuffisant certains soirs; les tables sont envahies; le pain manque.

Et nous parlons du public qui consent à faire certaines dépenses. Quant à l'autre, à la foule proprement

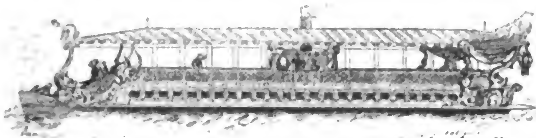


FIG. 116. — Bateau des Grands Magasins du Louvre faisant le service du quai Saint-Nicolas au Pont d'Iéna.

dite, elle a donné chaque jour un spectacle qui ne se reverra jamais sans doute. Elle vient avec ses vivres; elle s'installe partout, sur les berges, sur les quais, sur les gazons, au milieu des taillis; elle n'y regarde pas de si près; les bordures les plus soignées, les gazons les plus verts sont pour elle et lui servent de table à manger; elle les piétine, les arrose, les couvre de papiers gras, d'os, de débris de toute sorte. Chaque dîner de la multitude coûte des milliers de francs à l'administration qui doit tout remettre en ordre. Les pelouses disparaissent sous le nombre des convives; tout est noir de dîneurs; on ne trouverait pas souvent la place de mettre un pied au milieu de ces innombrables per-

sonnes arrivant en tous sens, se disputant le terrain et l'espace. Les gazons, les parterres sont pleins. Ce n'est pas assez. La foule envahit les marches et les degrés



FIG. 117. — Fête de Nuit du 6 Mai.

des palais; chaque marche attire son monde. Ce n'est pas assez encore, on va s'installer dans les maisons Garnier, dans les kiosques, on enjambe les grosses



FIG. 118. — A l'Hôtel de Ville.
Le dîner offert par le Conseil municipal dans la grande Salle des Fêtes, le samedi 11 Mai 1889

pierres de la tour Eiffel, on escalade les piliers. Partout on ne voit que des grappes de dîneurs au milieu des charpentes inférieures de la grande tour. Non, jamais, on ne se fera l'idée du nombre incommensurable de dîners qui auront été absorbés à l'Exposition. De 5 à 7 heures c'était stupéfiant. On aurait cru que le monde entier était venu dîner au Champ-de-Mars.

Et tout ce monde dîne aux sons de la musique des kiosques ou des restaurants, reste dans le parc, même sous la pluie, dans l'espoir d'assister de près aux illuminations des fontaines lumineuses. C'est à qui retiendra sa place, prendra patience deux heures, trois heures avant le commencement du spectacle.

Certains soirs, on se poussait dans quelques allées du parc au point d'étouffer; il eût été impossible de se baisser pour ramasser un objet tombé sur le sol. L'écoulement de la foule humaine persistait pendant des heures entières. Même affluence aux Invalides, dans la galerie des machines, dans la grande rue centrale, dans la rue du Caire.

Et le retour? Pendant des heures la gare du Champ-de-Mars reste prise d'assaut; des milliers de personnes s'entassent dans la grande salle d'attente; on se bat, on brise les portes; on saute dans les wagons, sans billet le plus souvent. Trois, quatre trains sont bondés et attendent leur tour de départ. On voit du monde jusque sur les escaliers de l'impériale, jusque sur les marche-pieds des wagons.

De leur côté, les bateaux multiplient leur service, mais la queue des voyageurs n'en a pas moins des kilomètres de longueur. Les omnibus regorgent de monde; les tapissières sont bondées. Sous l'active direction

de M. Chaize, les bateaux ont fait merveille pendant l'Exposition, bateaux-omnibus, bateaux-express, etc. Partout la fourmilière s'agite et se développe en rangs serrés sur un même parcours. O grands jours de l'Exposition! jamais plus on ne reverra pareille affluence, pareil enthousiasme, semblable spectacle! Il était bon



Fig. 119. — La Salle du Banquet au Palais de l'Industrie.

en quelques lignes de consigner ces petits détails qui bientôt, hélas! ne seront plus que des souvenirs.

Et dans Paris! Le mouvement de la circulation a été intensif. Nous ne saurions à l'heure actuelle traduire en chiffres exacts ce qu'il a été pendant le mois d'août et commencement de septembre où la vie, dans la grande ville, paraît avoir atteint son maximum d'intensité. Mais les relevés de la Préfecture de police, en ce qui con-

cerne les seuls omnibus, tramways et bateaux pendant les mois de mai, juin et juillet, sont déjà très expressifs.



Fig. 120. — Fête donnée aux Maires de France au Palais de l'Industrie
M. Carnot prononçant son discours

Pendant ces trois mois, les omnibus et les tramways ont transporté 32,858,401 voyageurs, soit 8 millions

de plus qu'en 1888. Les chemins de fer parisiens (réseaux Nord et Sud) ont transporté 16,215,825 voyageurs, soit à peu près 2 millions de plus qu'en 1888. Enfin les bateaux ont transporté 10,393,207 voyageurs, en chiffre rond 6 millions de plus qu'en 1888.

Ces résultats ne s'appliquent qu'aux 88 premières journées de l'Exposition, 88 sur 180 jours !

On peut les traduire ainsi : Du 5 mai au 31 juillet, les omnibus ont transporté par jour 90,000, les chemins de fer parisiens 22,000, les bateaux 65,000 voyageurs de plus que pendant la période correspondante de 1888.

Les bateaux ont, du 6 mai au 6 novembre, débarqué aux seuls pontons de l'Exposition le nombre considérable de 13,527,125 voyageurs.

Quant aux chemins de fer, nous ne possédons que des documents approximatifs, ceux qui ont été transmis à la Préfecture.

Les trains de Ceinture ont transporté *trente mille* voyageurs *de plus* par jour qu'en 1888 ; en tout, pendant les trois mois, 7,823,445 voyageurs.

Le chiffre en avait été de 5,173,005 l'an dernier.

Les grandes Compagnies fournissent les résultats suivants :

VOYAGEURS TRANSPORTÉS DANS PARIS ET HORS PARIS

	1888	1889
Nord	2,702,349	3,150,442
Est	2,073,259	2,362,333
Saint-Lazare	7,592,088	8,509,768
Montparnasse	1,221,601	1,334,104
Orléans	685,368	813,676
Paris-Lyon-Méditerranée	1,257,942	1,241,330
	15,532,607	17,411,354
		15,532,607
En plus pour 1889		1,878,747



Fig. 121. — Les Fêtes de

Aspect du Palais de l'Industrie pendant l



Exposition universelle.
s Bals des Exposants et des Ouvriers.

A ce chiffre il est bon d'en ajouter un autre : *plus de six millions et demi* de voyageurs ont été transportés par les trains spéciaux du Champ-de-Mars.

Le relevé des recettes pour mai, juin, juillet et août 1888 et 1889 donne :

RECETTES 1888 (4 MOIS)

Grande vitesse	156,199,000 fr.
Petite vitesse	197,065,000 —
TOTAL	353,264,000 fr.

RECETTES 1889 (4 MOIS)

Grande vitesse	182,258,000 fr.
Petite vitesse	204,901,000 —
TOTAL	387,159,000 fr.

Différence en faveur de 1889 : 33,895,000 francs.

Les bulletins des recettes ultérieurs au mois d'août constatent, d'ailleurs, que la progression n'a commencé réellement qu'à partir de fin août. La progression, pour le mois de septembre, dépasse, en effet, pour une somme importante, la moyenne ci-dessus.

Le petit chemin de fer intérieur de l'Exposition a transporté jusqu'au 1er novembre 6 millions de voyageurs.

Le mouvement des voyageurs dans les hôtels, maisons meublées, garnies, pour la période de mai à juillet a donné lieu au relevé suivant :

PROVINCIAUX

	1888	1889
Mai	47,916	59,309
Juin	40,507	75,360
Juillet	45,070	89,850
	133,493	224,519

ÉTRANGERS

	1888	1889
Mai.	18,012	30,359
Juin	15,558	40,180
Juillet	16,168	50,034
	49,738	120,573

La Préfecture de police a donc enregistré, pendant les trois premiers mois de l'Exposition, l'arrivée à Paris de 345,092 provinciaux et étrangers; soit 161,861 de plus qu'en 1888, à la même époque.

Il est évident que ce chiffre a été, dans la réalité, dépassé sensiblement; beaucoup d'étrangers, de provinciaux surtout, descendent, à Paris, ailleurs qu'à l'hôtel; et quant aux déclarations d'origine, elles sont trop incomplètes pour qu'il soit permis de considérer comme rigoureusement exacts les résultats précédents.

On évalue le nombre de provinciaux venus à Paris pendant toute la durée de l'Exposition à environ 5 millions. Si l'on estime à 100 francs, en moyenne, l'argent dépensé par chaque personne, on arrive au chiffre de 500 millions de francs laissés à Paris par les habitants des départements. Il est venu plus de 1,500,000 étrangers, soit à raison de 500 francs seulement par personne, une dépense de 750 millions de francs. Au total, et en chiffres ronds, l'argent dépensé à Paris par les visiteurs français et étrangers doit être d'au moins un milliard deux cent cinquante millions.

Les quinze cent mille étrangers venus à l'Exposition, du 6 mai au 1er novembre, se répartissent ainsi :

Belges, 225,400; — Anglais, 380,000; — Allemands, 160,000; — Suisses, 52,000; — Espagnols, 56,000; —

Italiens, 38,000; — Russes, 7,000; — Suédois et Norvégiens, 2,500; — Grecs, Roumains, Turcs, 5,000; —



Fig. 122. — Réception du Shah de Perse par M. Tirard, Président du Conseil et Ministre du Commerce (Fête de Nuit).

Autrichiens, 32,000; — Portugais, 3,500; — diverses nations de l'Afrique, 12,000 (les Algériens forment la

plus grande partie de ceux-ci); — Amérique du Nord, 90,000; — Amérique du Sud, 25,000; — Océanie, Java, etc., 3,000.

Tous les hôtels, grands et petits, ont refusé du monde.

Le 30 septembre, le nombre de tickets d'entrée employés atteignait 21,707,159, et dès les premiers jours d'octobre le 23e million était largement entamé.

Voici quelques chiffres qui concernent les visites des Anglais à l'Exposition :

Pendant le mois de septembre, plus de 100,000 voyageurs ont fait la traversée, dont 47,843, *viâ* Calais-Douvres; 35,524, *viâ* Dieppe-Newhaven; 18,405, *viâ* Boulogne-Folkestone. Le trafic des 9 premiers mois de cette année dépasse un demi-million de passagers, dont 272,750, *viâ* Calais-Douvres; 155,272, *viâ* Dieppe-Newhaven; 92,343, *viâ* Boulogne-Folkestone.

Enfin voici les recettes totales des théâtres de Paris pendant les trois Expositions :

1867.	10,417,344 fr.
1878.	13,074,927 —
1889.	15,276,860 —

La consommation pendant les trois premiers mois de l'Exposition fournit des chiffres intéressants que nous empruntons au Bulletin municipal de statistique :

	1888	1889
Pièces de bœufs, taureaux, vaches .	73,710	72,853
— veaux	74,683	79,200
— moutons	465,038	475,308
— porcs.	70,913	73,482
— chevaux.	2,965	3,009
— ânes	35	35

La différence en faveur de 1889 est donc la suivante :

Pièces de veaux	4.517
— moutons	10.270
— porcs.	3,569
— chevaux	44

D'un autre côté, il ressort, d'après ce tableau, que la consommation de la viande de bœuf a été moindre en 1889 qu'en 1888, la statistique relevant en effet une diminution de 857 têtes de bétail.

En résumé, Paris a donc consommé, en d'autres termes, 43,777,849 kilogrammes de viande pendant ces quatre-vingt-dix jours, c'est-à-dire 2,049,739 kilogrammes de plus qu'en 1888.

En ce qui regarde les autres comestibles et les boissons, nous trouvons encore les chiffres suivants, en excédent sur l'exercice correspondant de 1888 :

Poissons, 52,062 kilogrammes; volailles, 107,416 kilogrammes; beurre et fromages, 430,180 kilogrammes; œufs, 17,141 kilogrammes; vins en cercles, 119,702 hectolitres ; alcool pur et liqueurs, 5,152 hectolitres; bière, 52,062 hectolitres.

Voici maintenant pour mémoire les chiffres généraux de la consommation des liquides à Paris pendant cette période de quatre-vingt-dix jours :

Vins en cercles, 1,195,654 hectolitres; alcool pur et liqueurs, 39,983 hectolitres; bière, 140,962 hectolitres.

On a, en résumé :

	En plus en 1889
Vins en cercles.	119.702 hectol.
Alcool pur et liqueurs.	5,152 —
Bière	52,062 —

	En plus en 1889	
Viande de boucherie	1,490,396	kilog.
Porc et charcuterie.	372,202	—
Beurre et fromages.	430,180	—
Œufs	17,141	

Les quantités totales consommées sont les suivantes :

Vins en cercles	1,195,654	hectol.
Alcool pur et liqueurs	39,983	—
Bière	140,812	—
Viande de boucherie	43,036,650	kilog.
— de porc	5,639,018	—
Charcuterie.	636,874	—
Beurre et fromages	6,428,516	—
Œufs	6,325,716	

On s'imagine aisément qu'avec une agglomération d'individus disposant de moyens de locomotion si nombreux, sillonnant toutes les rues jour et nuit, les accidents sur la voie publique ont dû être plus nombreux que les années précédentes.

En voici, du reste, le tableau comparatif :

	Accidents.	
	1888	1889
Mai.	291	446
Juin.	365	407
Juillet.	409	419
Août.	367	397

Les pick-pockets aussi ont été naturellement en plus grand nombre. Le service de la statistique nous fournit les renseignements suivants :

	1888	1889
Mai. .	6 arrest. dont 2 étr.	33 arrest. dont 14 étrangers.
Juin. .	13 — — 4 —	37 — — 14 —
Juillet.	5 — — 2 —	34 — — 11 —
Août. .	2 — — 0 —	22 — — 4 —

Cette diminution progressive est assez curieuse pour être signalée.

Les opérations effectuées du 6 mai au 6 novembre par les inspecteurs de la sûreté spécialement détachés à l'Exposition se résument ainsi :

Les inspecteurs de l'Exposition ont arrêté, tant à



FIG. 123. — M. le Président Carnot se rendant au Panthéon. Aspect de la rue Soufflot.

l'extérieur qu'à l'intérieur de l'enceinte générale, 198 individus, sous les inculpations diverses de vol à la tire, tentative de vol à la tire, abus de confiance, vol à l'étalage, vol par salarié, outrage public à la pudeur, jeu de hasard, coups, provocation à la débauche, trafic de tickets, mendicité, enfin mutilation et vol de cheveux.

Le nombre total des arrestations se décompose

de la façon suivante : 139 Français, 9 Italiens, 5 Anglais, 7 Belges, 5 Autrichiens, 9 Suisses,

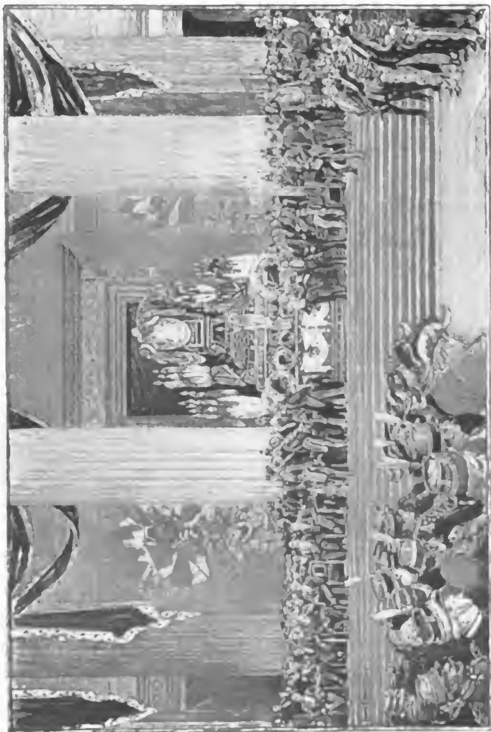


FIG. 124. — La Cérémonie du Panthéon.
Aspect du péristyle pendant les Discours.

6 Allemands, 3 Espagnols, 4 Russes, 1 Hollandais, 1 Suédois, 2 Irlandais, 1 Égyptien, 1 Brésilien,

1 Américain, 1 Turc, 1 Algérien, 2 Luxembourgeois.

Sur le nombre des individus mis en état d'arrestation, on trouve 128 pick-pokets; 100 d'entre eux ont été arrêtés pour vol à la tire et 28 pour tentatives de vol à la tire.

Ces deux genres de délits, à eux seuls, ont donné lieu à l'arrestation de 79 Français, 9 Italiens, 5 Anglais, 5 Belges, 4 Autrichiens, 8 Suisses, 5 Allemands, 3 Espagnols, 3 Russes, 1 Hollandais, 1 Suédois, 2 Irlandais, 1 Égyptien, 1 Brésilien, enfin 1 Américain.

Il n'y a donc eu pour les autres délits indiqués plus haut que 70 arrestations. Les inspecteurs de la sûreté attachés à l'Exposition étaient au nombre de 62. Ils ont opéré sous les ordres de deux brigadiers et d'un chef.

Quant aux enfants perdus et ramenés au Commissariat, ils ont dépassé le nombre de 250. En mai, 3 enfants; juin, 57; juillet, 49 : août, 63 ; septembre, 68; etc

Paris, pendant toute la période de l'Exposition, a joui d'une situation exceptionnelle au point de vu hygiénique. Loin de constater une accentuation dans la mortalité, les chiffres présentent une diminution dans le nombre des décès, due certainement aux conditions climatériques exceptionnelles dont on a joui en 1889 et due aussi au caractère même de ces quatre mois de fêtes. Les philosophes ont observé depuis longtemps, en effet, qu'on ne songeait pas à mourir lorsqu'on avait le cœur content. C'est ce qui s'est produit. Les innombrables étrangers venus à Paris, pas plus que les Parisiens eux-mêmes, n'ont eu un seul instant pour songer à tomber malades.

A ces données statistiques il n'est pas superflu d'ajou-

ter à titre documentaire la date des grandes fêtes données pendant l'Exposition. Ces fêtes ont eu un caractère spécial. Si elles étaient faites avant tout pour les yeux, on n'avait pas négligé le côté moral. On leur a donné souvent un caractère patriotique qui a exercé



FIG. 125. — Inauguration de la nouvelle Sorbonne.
Le grand amphithéâtre pendant la cérémonie.

son action sur les foules. M. Alphand avait d'ailleurs été désigné comme commissaire général des fêtes[1]. C'est assez dire qu'elles ont toutes réussi depuis la fête de l'ouverture jusqu'à la fête mémorable de la distribution des récompenses du 29 septembre, avec son défilé

1. Il avait choisi pour le seconder dans l'organisation de ces fêtes M. Bouvard, architecte, et M. de Mallevoue, comme secrétaire de la Commission.

si curieux et si pittoresque de toutes les nations au Palais des Champs-Élysées.

Le Parlement et le Conseil municipal de Paris avaient voté un fonds spécial de 3 millions pour couvrir les dépenses. Il est resté un excédent sur lequel une somme considérable sera donnée aux pauvres de Paris.

PROGRAMME DES FÊTES DE L'EXPOSITION ET DU CENTENAIRE

Dimanche 5 *mai* . . .	Centenaire de l'ouverture des États généraux à Versailles.
Lundi 6 *mai*	Ouverture officielle de l'Exposition. — 1re grande fête de nuit.
Samedi 11 *mai*. . . .	Banquet et réception à l'Hôtel de Ville.
Samedi 1er *juin* . . .	2e grande fête de nuit à l'Exposition, à l'occasion de l'achèvement des installations des exposants.
Jeudi 20 *juin*.	Grande fête de nuit au Parc Monceau.
Jeudi 4 *juillet*	3e grande fête de nuit à l'Exposition, à l'occasion de l'inauguration de la statue de la Liberté (sur le môle de Grenelle).
Mercredi 10 *juillet* . .	Bal donné, au Palais de l'Industrie, par les Exposants, au Gouvernement et à la Municipalité de Paris.
Vendredi 12 *juillet*. .	Fête du Palais-Royal.
Samedi 13 *juillet*. . .	Bal donné, au Palais de l'Industrie, aux ouvriers de l'Exposition et aux syndicats ouvriers.
Dimanche 14 *juillet*. .	Fête nationale.
Lundi 29 *juillet* . . .	Réception du Shah de Perse.
Vendredi 2 *août* . . .	4e grande fête de nuit en l'honneur du Shah de Perse.
Dimanche 4 *août*. . .	Grand Festival des Musiques militaires au Palais de l'Industrie.
Dimanche 4 *août*. . .	Translation au Panthéon des restes de Carnot, Marceau, La Tour d'Auvergne, Baudin.

Mardi 6 *août*.	Représentation de gala à l'Opéra, en l'honneur du Shah de Perse.
Dimanche 18 *août*. . .	Banquet des Maires de France au Palais de l'Industrie.
	Représentation de l'*Ode triomphale* par Mlle A. Holmès :
Mercredi 11 *septembre*.	1° Par invitation;
Jeudi 12 *septembre* . .	2° Pour les enfants des écoles;
Samedi 14 *septembre*. .	3° Gratuite.
Dimanche 15 *septembre*.	Concours international des Musiques municipales d'harmonie et civiles étrangères au Palais de l'Industrie.
Mercredi 18 *septembre*.	Représentation de l'*Ode triomphale* au profit des victimes d'Anvers.
Samedi 21 *septembre*. .	Inauguration du Monument du Triomphe de la République, place de la Nation.
Dimanche 29 *septembre*.	Distribution des récompenses et 5e grande fête de nuit à l'Exposition.
Mercredi 6 *novembre*.	6e grande fête de nuit à l'occasion de la clôture de l'Exposition.

Nous ne saurions mieux terminer ce chapitre qu'en reproduisant quelques appréciations étrangères sur l'Exposition. Elles montreront mieux que tout ce que nous pourrions dire l'impression générale qu'a laissée dans l'esprit le grand concours pacifique de 1889.

M. Stockbauer, qui avait été envoyé par le *Gewerbe Museum* (*Musée commercial*, de Nuremberg) pour étudier l'Exposition, a publié son rapport. Nous en extrayons les intéressants passages suivants :

« Tout visiteur de l'Exposition de Paris peut résumer son impression dans un seul mot : Grandiose. Tout est grandiose : le plan, l'exécution, les résultats obtenus, les constructions et la masse des visiteurs.

« Tout Paris est à l'Exposition et, cependant, on n'est pas gêné. Personne pour vous obliger à déposer



FIG. 126. — Représentation de l'*Ode triomphale*, d'Augu



olmès au Palais de l'Industrie, le 18 Septembre 1889.

votre canne ; pas de surveillant qui gêne dans l'admiration prolongée qui vous arrête ; pas d'écriteau qui vous oblige à vous conformer aux ordres de la direction. Tout est beau et admirable, et de longtemps le souvenir en restera à ceux qui ont vu et qui ont constaté avec quelle merveilleuse exactitude et régularité tout fonctionne dans cette Exposition.

« Partout des surprises ! Et c'est avec un sentiment de tristesse qu'on pense au rôle qu'aurait joué l'Allemagne, si elle avait pris part à l'Exposition. Il faut espérer que beaucoup d'Allemands seront venus à Paris pour comprendre quel immense abîme nous sépare encore de la France, en tout ce qui concerne l'art et le goût. On me dira que nous ne sommes pas les seuls. Que ceux auxquels cette consolation suffit se consolent ! Pour mon compte, je constate que la France a essayé d'atteindre et a atteint un but idéal : faire comprendre au monde sa grandeur et sa puissance, et montrer les admirables travaux de ses habitants. »

Dans le *Nouveau Temps* de Saint-Pétersbourg, M. Souvarine, son rédacteur en chef, rend un hommage presque enthousiaste au grand succès matériel et moral de l'Exposition ; il constate la force réelle de la France « par suite de l'unité de son peuple, par suite de son esprit profondément national, sa civilisation, sa discipline intérieure, son travail assidu, son amour pour la gloire et la patrie, ses immenses richesses... etc. »

Enfin, M. Palmer, dans le *Herald,* s'exprime ainsi :

« J'ai fait une étude attentive de l'exposition de Paris. C'est la plus merveilleuse exhibition que le monde ait jamais vue. Quiconque y va en revient frappé de la

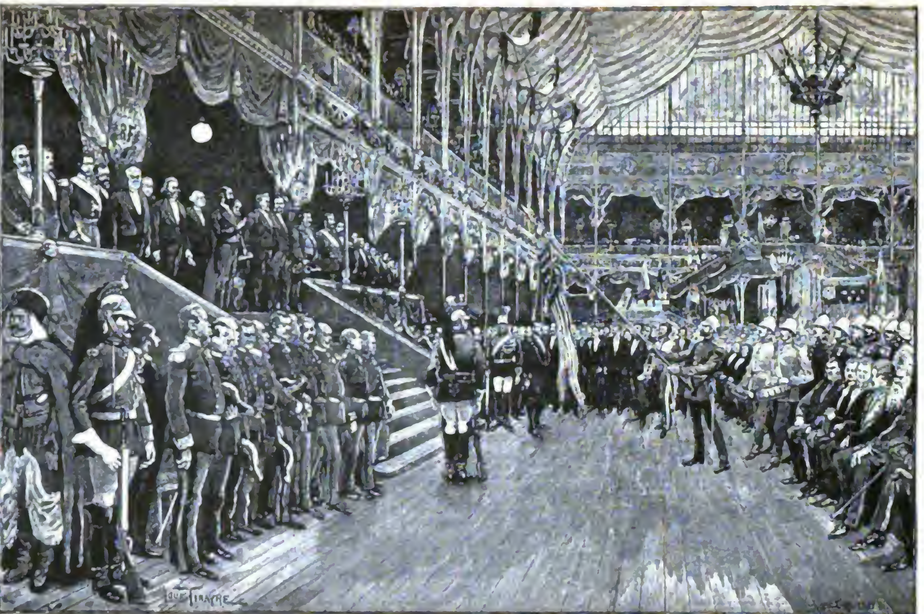


FIG. 127. — La distribution des Récompenses au Palais de l'Industrie, le 29 Septembre.
Le défilé des groupes étrangers.

0

10

prodigieuse habileté des Français. C'est beaucoup mieux que l'Exposition de 1867. Les bâtiments ont été construits au point de vue de la solidité comme s'ils devaient durer toujours. L'espace n'est pas immense, mais on en a tiré le meilleur parti possible.

« ... Nous avons l'habitude de parler de notre supériorité en matière de machines ; mais, dans cette ligne, les Français ont une exposition merveilleuse, beaucoup plus que vous ne pourriez le supposer. Dans les branches les plus élevées de l'art industriel, tel que les beaux tapis, l'ameublement, etc., les Français sont presque *suprêmes.* »

Nous pourrions multiplier ces citations toutes en notre faveur. Partout on a bien voulu nous rendre un hommage dont nous pouvons tirer quelque fierté.

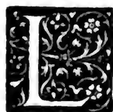
L'Exposition de 1889 aura contribué positivement à nous faire mieux connaître ; elle nous aura conquis des amitiés qui, nous le souhaitons, resteront durables.

Il serait si bon de nous voir tous fraternellement unis sous l'égide de l'amour du travail et de la civilisation, aujourd'hui le véritable maître du monde.

IV

PREMIERS TRAVAUX — PARCS ET JARDINS

Nivellement général du Champ-de-Mars. — Terrassements. — Réseau d'égouts. — Le sous-sol. — Chaussées, allées, trottoirs, dallages. — Eaux et lavage. — Service de nettoiement. — Enlèvement des ordures. — Conduites souterraines. — Canalisation pour les eaux, pour le gaz; contrôle du service d'éclairage électrique. — Les passerelles. — Construction du chemin de fer de l'Exposition. — Établissement des paratonnerres. — Puits et perd-fluides. — Salubrité. — Réfection des ravins, des rivières et des bassins. — Fondations et soubassements. — Les jardins : au Trocadéro et au Champ-de-Mars. — L'ancien parc. — Les nouveaux jardins. — Les arbres transportés. — Les pelouses et les lampes électriques. — La terrasse du grand dôme. — Les jardins latéraux. — Énumération des fleurs. — Énumération des arbres.



E projet de nivellement général du Champ-de-Mars et de construction du réseau d'égouts fut dressé dès le 23 décembre 1886 ; il fut approuvé par le Directeur général des travaux le 18 février 1887. Les travaux de terrassement ont été commencés immédiatement par les entrepreneurs Huguet, Versillé et Appay. C'est donc en février 1887 que les premiers chantiers apparurent au Champ-de-Mars.

Tout le service des terrassements, de la voie publique, des constructions de gaz, d'électricité, de surveillance de contrôle du chemin de fer, du personnel des gardiens a été placé sous les ordres de M. Lion, sous-ingénieur des ponts et chaussées, inspecteur des promenades de la Ville. Il a eu pour l'aider dans cette tâche laborieuse MM. Le-



FIG. 129. — La Passerelle du Pont de l'Alma.

vel et Villevert, conducteur des ponts et chaussées.

Les premiers travaux ont été menés de façon à faciliter l'exécution des fondations des palais. Le cube total des déblais a été de 178,700 mètres cubes; celui des remblais, de 139,750 mètres cubes. Les déblais ont été conduits aux décharges publiques. Ce dernier cube comprend les déblais faits pour l'établissement des chaussées et des trottoirs. La surface totale du règlement

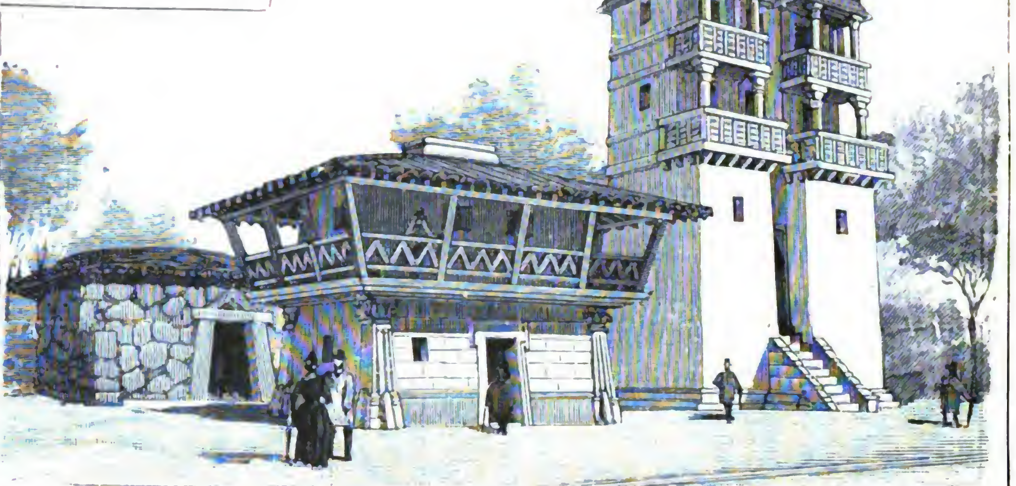


Fig. 130.
Histoire de l'Habitation.

A gauche, Habitation des Pélasges ; au milieu, Maison Étrusque (1000 ans avant Jésus-Christ) ; à droite, Maison Hindoue (300 ans avant J.-C.).

du sol sur l'emplacement des palais, des jardins et des voies a été de 363,400 mètres carrés, y compris 49,900 mètres cubes pour les galeries de l'Agriculture et diverses parties de l'esplanade des Invalides.

Le réseau des égouts du Champ-de-Mars comprend.

	Mèt. c.
1° Le réseau ancien qu'il a fallu raccorder, réparer ou modifier sur une longueur de. . . .	1,195 00
2° Le réseau nouveau comprenant un type n° 1 avec banquette, et ayant 1m,80 de haut sur 1m,60 de large, destiné à recevoir, outre les conduites d'eau ordinaire, une conduite de 0m,60 de diamètre.	547 80
Un type n° 2 de 1m,80 de hauteur, sur 1m,10 de largeur.	2,110 84
TOTAL.	3,853 64

Ce qui nous donne pour le réseau d'égouts un développement de près de 4 kilomètres.

La longueur totale des branchements des bouches et des regards est de 832 mètres pour 62 bouches et 17 regards.

Un tronçon d'égout, le long de l'avenue de La Bourdonnais, a été établi avec cuvette et réservoirs de chasse pour recevoir le tout à l'égout.

Sur les quais et sur l'esplanade des Invalides, il a été établi 19 bouches recevant les eaux et les conduisant aux égouts municipaux existants, à l'aide d'une longueur de branchement de 290 mètres.

Les travaux de viabilité en dehors des trottoirs et des surfaces bitumées comprennent :

	Mètres carrés.
Chaussées pavées.	13,100
Chaussées empierrées.	40,600
Allées, sentiers et parties sablées.	38,700
SURFACE TOTALE.	92,400

Ils ont été exécutés par l'entrepreneur Manoury.

Il ne s'agit dans ces chiffres que de la viabilité du Champ-de-Mars, sur lequel rien n'existait et où il a fallu tout créer.

Indépendamment des surfaces précédentes, il a encore fallu entretenir et arroser :

	Mètres carrés.
1° Les chaussées et les sentiers du quai d'Orsay.	18,600
2° Les chaussées et certaines parties sablées de l'esplanade des Invalides	15,600
Les chaussées du Trocadéro.	13,900
Total.	48,100

Au Champ-de-Mars, les chaussées ont été terminées rapidement de façon à permettre le transport des matériaux à pied d'œuvre, condition indispensable pour mener rondement non seulement la construction des palais, mais encore celle des nombreux édifices et pavillons élevés dans l'enceinte de l'Exposition. Sur les parties les plus fréquentées, il a été fait des chaussées pavées pour lesquelles il a fallu 393,000 pavés. Sur d'autres points moins fréquentés, il a été établi des chaussées empierrées à l'aide de 8,990 mètres cubes de cailloux, comme première couche, et de 5,420 mètres cubes de meulière cassée, pour former la couche supérieure. Enfin, pendant la durée de l'Exposition, il a été répandu 1,570 mètres cubes de gravillon sur les parties sablées où roulent journellement les nombreuses voitures d'approvisionnement.

Il a été en outre répandu dans les allées des jardins et sur les diverses parties en terre un cube de sable de rivière de 6,800 mètres cubes.

Le service d'entretien, d'arrosement et de nettoie-



Fig. 131. Histoire de l'Habitation.

Maisons des XIe, XIVe et XVIe siècles.

ment a été fait par 65 cantonniers sous les ordres de quatre chefs.

La quantité d'eau employée par jour est, en



Fig. 132. Histoire de l'Habitation. Maison grecque du temps de Périclès.

moyenne, de 730 mètres cubes, dont 700 pour le lavage des caniveaux et 30 mètres cubes pour l'arrosement.

Indépendamment de ce service de nettoiement,

d'arrosement et d'entretien, il a été établi un service d'enlèvement des ordures ménagères et des produits



FIG. 133. — Histoire de l'Habitation.
Habitation slave vers le XIIe siècle.

de balayage. Neuf tombereaux avec charretiers et retrousseurs font le service et enlèvent journellement 80 mètres cubes environ, tant d'ordures ménagères que de détritus de diverses espèces. Commencé à

quatre heures du matin, l'enlèvement des ordures est terminé à huit heures.

Il a été établi des trottoirs en bitume avec bordures en ciment encadrant les palais.

	Mètres carrés
Ces trottoirs ont une surface de.	9,910
Il a été également construit des dallages en bitume :	
Galerie Rapp.	3,530
Galerie Desaix	3,500
Galerie des Beaux-Arts	8,580
Galerie des Arts libéraux.	7,200
Galerie de 30 mètres du palais des Industries diverses.	4,340
Galeries extérieures du palais des Industries diverses.	4,500
Galerie de 15 mètres du palais des Industries diverses.	3,470
Dôme de la galerie des Machines.	790
Surface totale.	45,520

Tous ces bitumes ont été exécutés en location par l'entrepreneur Roux.

Le service de M. Lion a posé aussi 6,032 mètres de conduites en tôle et bitume de 0m,054 à 0m,216 de diamètre pour le gaz; 1,886 appareils sont à l'intérieur pour l'éclairage des voies. L'éclairage électrique n'est dans ce service qu'à titre de contrôle; il comprend 1,093 lampes à arc et 8,839 lampes à incandescence alimentées par 4,000 chevaux-vapeur.

Les passerelles qui relient les diverses parties de l'enceinte relèvent du même service. Leur établissement avec les plates-formes et les escaliers a coûté 162,803 francs. Ces passerelles, sauf celle du pont de l'Alma, ont été fournies par des constructeurs exposants. Les culées, les plates-formes et les escaliers ont

été établies par l'Administration avec des bois en location. Pour le pont d'Iéna, traversée de l'avenue de Versailles, on a fait usage des bois de M. Poirier ; celles de la tranchée du quai d'Orsay sont composées l'un du système de pont démontable de M. A. Schryver,



Fig. 134. — Histoire de l'Habitation.
Maison scandinave (XIVe siècle).

l'autre du système de pont démontable de M. Eiffel. Pour la traversée de l'avenue de Latour-Maubourg, il a été employé également deux systèmes de ponts démontables, l'un de M. Seyrig, l'autre de M. Brochoçki. Enfin la passerelle du pont de l'Alma a été construite d'après les dessins de M. Gautier, architecte ; pour son établissement, on a alloué à la maison Moisant, Laurent, Savey et Cie une somme de 28,000 francs.

La longueur totale de ces passerelles est de 326 mètres. Nous laissons de côté le chemin de fer Decauville,



Fig. 135. — Histoire de l'Habitation.
Maison russe (XVe siècle).

dont nous avons parlé précédemment. Le même service a eu à en préparer le projet et à contrôler les travaux d'établissement.

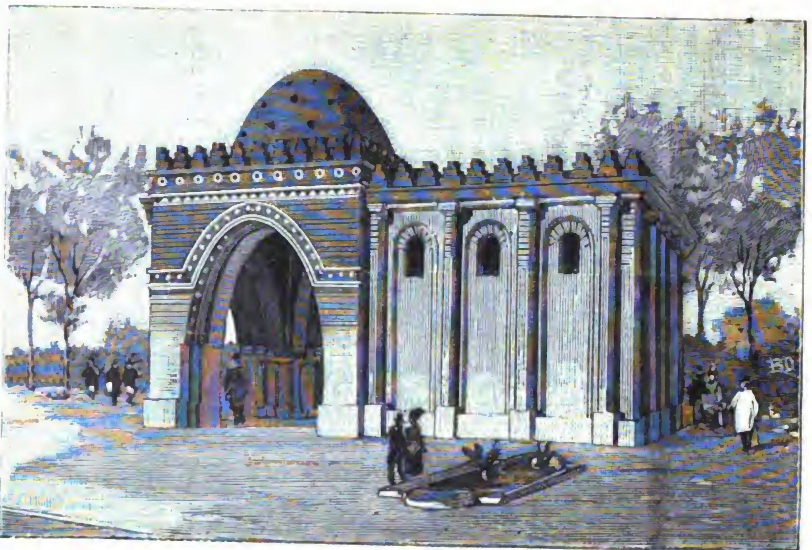


Fig. 136. — Histoire de l'Habitation.
Maison perse.

En dehors de ces entreprises multiples, c'est encore au service de M. Lion qu'incombaient divers travaux, notamment l'enlèvement des matériaux, déblais pour le jour de l'inauguration. Dès le mois de mars, le Directeur général des travaux a fait prendre les mesures nécessaires pour assurer le déblaiement des voies et des galeries en vue de l'ouverture. Il a été enlevé un cube total de 40,958 mètres de terre, paille, papiers, copeaux, détritus, etc. Et il a fallu 2,700 journées d'hommes. Dans ces chiffres, les 4 et 5 mai, entrent pour 3,031 mètres carrés et pour 1,264 journées.

Dans les 1,264 journées, 500 environ ont été employées au sablage, c'est-à-dire que 250 hommes ont été occupés pendant deux jours au répandage et au ratissage du sable et du gravillon.

En même temps il a été construit, au parc du Trocadéro, 24 soubassements et fondations de serres, aux frais de l'Administration, les exposants n'ayant eu à installer à leurs frais que les parties métalliques.

Enfin toutes les constructions métalliques de l'Exposition ont été reliées à la nappe d'eau souterraine au moyen de câbles et perd-fluides. Il a été creusé pour cet objet 24 puits d'une profondeur moyenne de $10^{m},60$ de façon à avoir 1 mètre de hauteur d'eau dans chacun des puits. Les câbles ont été reliés aux pieds des piliers à l'aide de boulons. Du côté de l'avenue de Suffren, chaque fois que cela a été possible, le système des puits a été abandonné et les conducteurs ont été reliés à l'aide de colliers à la conduite de $0^{m},60$ qui conduit en Seine les eaux de canalisation du palais des Machines.

Il n'y a pas de petits détails en pareille matière. On

a construit 223 stalles d'urinoirs qui, ajoutées à celles de la concession Gontier des urinoirs gratuits, ont donné un total général de 283 stalles pour l'enceinte de l'Exposition.

Le même service a encore fait installer ou modifier la canalisation d'eau et forer toutes les bouches

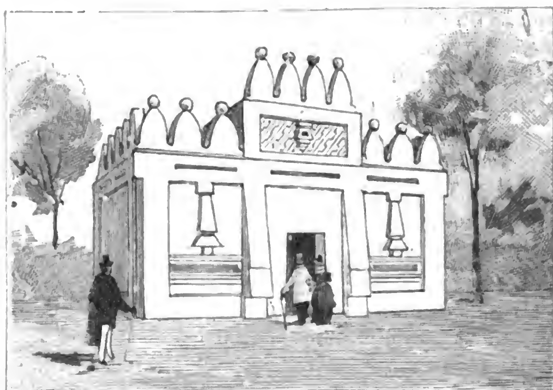


Fig. 137. — Histoire de l'Habitation
Maison mahométane au Soudan.

de l'ancien parc du Champ-de-Mars et de l'histoire de l'habitation. Il a fait réfectionner les deux tiers des rivières et des pièces d'eau des parcs du Champ-de-Mars et du Trocadéro. A son actif encore les sondages pour l'établissement des fondations de la galerie des Machines.

Ce sont là tous travaux modestes, mais qui, en définitive, ont été le point de départ et le complément de

l'œuvre d'ensemble. Leur complexité a fini par leur donner une véritable importance et nous avons cru



Fig. 138. — Histoire de l'Habitation.
Maison chinoise.

devoir en conserver le souvenir dans cette esquisse générale de la grande œuvre de 1889.

En dehors des terrassements et des allées, le service du parc et des jardins a été placé sous la direc-

tion immédiate de M. Laforcade, jardinier en chef de la ville de Paris.

Le jardin de l'Exposition peut être considéré comme divisé en quatre parties :

1° Le jardin du Trocadéro, dont les dispositions gé-



FIG. 139. — Histoire de l'Habitation.
Habitation japonaise.

nérales ont été peu modifiées; 2° l'ancien jardin du Champ-de-Mars de l'Exposition de 1878, sur lequel on a édifié la tour Eiffel; 3° le jardin central, entre les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux; 4° la grande

terrasse précédant le grand dôme d'entrée du palais des Industries diverses.

Il faut encore ajouter à ces quatre parties principales des massifs de verdure au milieu desquels s'élèvent de nombreuses constructions.

L'ancien jardin du Champ-de-Mars a été beaucoup sacrifié; il a fallu faire de la place aux diverses constructions, maisons Garnier, restaurants, kiosques, etc. Cependant, on a conservé beaucoup des anciennes plantations pour dessiner de nombreuses allées ombreuses qui serpentent entre les divers pavillons. On a d'ailleurs rapporté un grand nombre d'arbres.

Au premier plan, à droite et à gauche de la tour, des arbres, un véritable parc. Sous la tour, un jardin rectiligne, une pelouse avec nombreuses fleurs en bordure, illuminées le soir par des cordons de lampes électriques piquées dans les gazons. Au milieu, avant les fontaines, grande pelouse ornée de fleurs et de plantes vertes, d'arbustes. Au delà des fontaines, sur le terre-plein précédant le dôme central, une plantation de platanes; enfin, sur les côtés en bordure des terrasses des palais des Beaux-Arts, des jardins avec massifs de plantes rares et de fleurs d'un très bel effet.

Le jardin central est une œuvre nouvelle; il n'est pas très vaste, mais comme il est heureusement dessiné, bien proportionné, il paraît grand. Le cadre rectiligne et l'espace adopté pour les plantations de la terrasse devant le dôme auraient pu conduire à des lignes entièrement géométriques. M. Alphand, avec beaucoup de goût, a évité ce défaut en combinant les formes accidentées des jardins pittoresques avec les lignes géométriques des terrasses et de la pe-

louse centrale. Ces deux zones de plantations irrégulières se raccordent agréablement avec l'ancien jardin du Champ-de-Mars; elles en sont comme le



FIG. 140. — Histoire de l'Habitation.
Maison des Incas avant Pizarre.

prolongement et se fondent bien l'une dans l'autre.

L'aspect général est sobre et élégant; les statues formant cadre sont bien placées, les plantes habilement choisies. Les jardins latéraux gagnent à être vus des terrasses des palais des Beaux-Arts et des Arts

libéraux. On a sous les yeux un joli paysage. Le choix et le mélange des grands arbres donnent des nuances de verdure harmonieuses et des silhouettes d'un effet

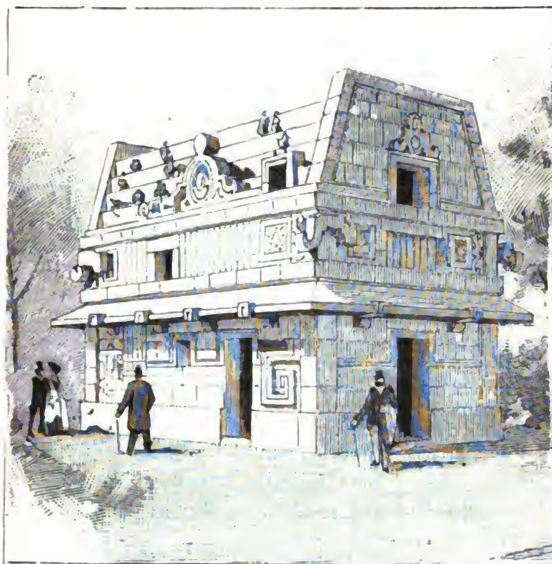


Fig. 141. — Histoire de l'Habitation.
Habitation des Aztèques avant Fernand Cortès.

charmant. L'emploi des plantes ornementales, l'arrangement et la distribution des corbeilles de fleurs, jettent de la gaieté sur l'ensemble.

La grande terrasse du dôme avec ses platanes fait

diversion. Au centre se dresse la statue de la République. Autour des pavillons de la Ville de Paris, on a placé toute une ceinture de statues qui entrent dans les décorations de l'Hôtel de Ville. Les œuvres remarquables, dont nous reproduisons quelques-unes plus loin, se comptent là en grand nombre.

La surface générale du parc proprement dit est de 86,373 mètres carrés se répartissant ainsi :

	Mètres carrés.
Surface des pelouses	52,205
— massifs	10,923
— allées	23,244

Les dépenses relatives au parc et aux jardins du Champ-de-Mars s'élèvent à 574,000 francs, se subdivisant comme suit :

	Francs.
Plantations des gros arbres en chariot	18,000
Travaux de terrassement	50,000
Travaux de jardinage	265,000
Achats de végétaux	62,000
Fournitures diverses	32,000
Entretien	70,000
Travaux de rocaillage	12,000
Fourniture de terre, terre de bruyère, terreau, sable	65,000
Total	574,000

Le personnel a été :

	Jardiniers.
1er octobre 1887 au 31 décembre 1888 (moyenne)	100
1er janvier 1889 au 31 mars 1889 (moyenne	150
1er avril 1889 au 5 mai 1889 (moyenne)	220
Pendant l'Exposition, entretien et réparation de dégâts	60

Au Trocadéro, les dépenses relatives à l'exposi-

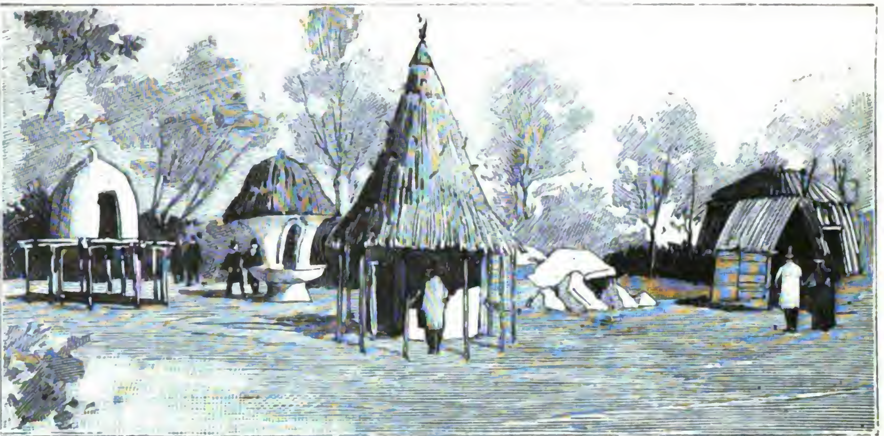


FIG. 142. — Histoire de l'Habitation. — Huttes de Peaux-Rouges.

tion d'horticulture se répartissent de la manière suivante :

	Francs.
Travaux de jardinage	110,000
Fournitures diverses.	18,000
Fourniture de terre végétale, bruyère, terreau, etc.	35,000
Entretien	35,000
Total.	198,000

Le personnel a été en moyenne, avant l'Exposition, de 25 hommes ; pendant l'Exposition de 25 hommes.

Aux Invalides, les travaux de jardinage relatifs au raccordement des diverses expositions se divisent ainsi :

	Francs.
Travaux de jardinage.	8,000
Achats de végétaux.	4,000
Fournitures de terre, etc..	4,000
Entretien.	4,000
Total.	20,000

Le personnel est réduit à 5 jardiniers.

L'eau employée pour l'arrosage des pelouses et des massifs est par jour de 274,361 litres, dont 208,820 litres pour les pelouses et 65,541 litres pour les massifs.

Au Champ-de-Mars, pour les seules garnitures du Printemps, on a employé 32,475 plantes.

Anémones Baerias, Bellis perennis alba, Myosotis alba, Sélénés compacta rosea, Tulipes en variétés extrêmement nombreuses, Renoncules, Viola aurea, etc.

A l'Esplanade des Invalides, 12,500 Myosotis alba et

cærulea et silene compacta. Pour les garnitures d'Été, au Champ-de-Mars, on a planté 42,523 Achyranthes acuminata, Alternanthera amœna, Ageratum mexicanum, Calceolaria excelsa, Campanula Carpathica, Chrysanthemum, Coleus, Coreopsis, Glaïeuls,



FIG. 113. — Champ-de-Mars. — Transplantation du premier arbre.

Lobelia compacta, Mimosa lophantha, Pelargonium de toutes espèces, Pyrethrum aureum, Reines-marguerites, Roses trémières, etc.

A l'Esplanade, on a planté 8,700 Ageratum mexicanum, Calcéolaires excelsa, Pelargonium, etc.

En résumé, uniquement pour les garnitures de Printemps et d'Été, on a employé 97,886 plantes.



Fig. 144. — Cryptomeria japonica



Fig. 145. — Cupressus Lawsoniana.

FLORE ORNEMENTALE DES JARDINS DE



Fig. 146. — Cedrus Libani glomerata.



Fig. 147. — Larix Europæa pendula.



Fig. 148. — Araucaria imbricata.



Fig. 149. — Abies Nordmanniana.

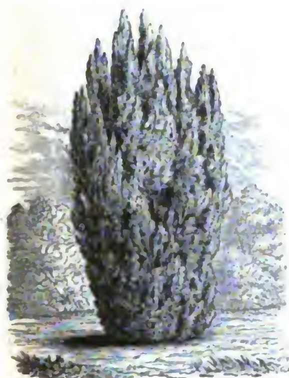


Fig. 150. — Taxus baccata Hybernica.



Fig. 151. — Pinus cembro.


Fig. 152. — Chamærops excelsa.


Fig. 153. — Cocos australis.

FLORE ORNEMENTALE DES JARDINS DE


Fig. 154. — Chamærops humilis.


Fig. 155. — Latania borbonica.

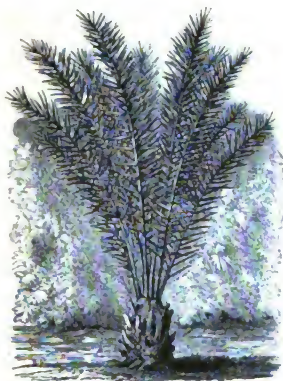


Fig. 156. — Phœnix dactylifera.



Fig. 157. — Gynerium argenteum.



Fig. 158. — Eucalyptus globulus.



Fig. 159. — Bambusa aurea.



Fig. 160. — Yucca pendula.



Fig. 161. — Solanum macrantum.

FLORE ORNEMENTALE DES JARDINS



Fig. 162. — Musa rosacea.



Fig. 163. — Ficus Chauvierii.

Parmi les arbres transplantés au chariot, citons un grand nombre d'espèces diverses d'Acer, d'Æsculus,

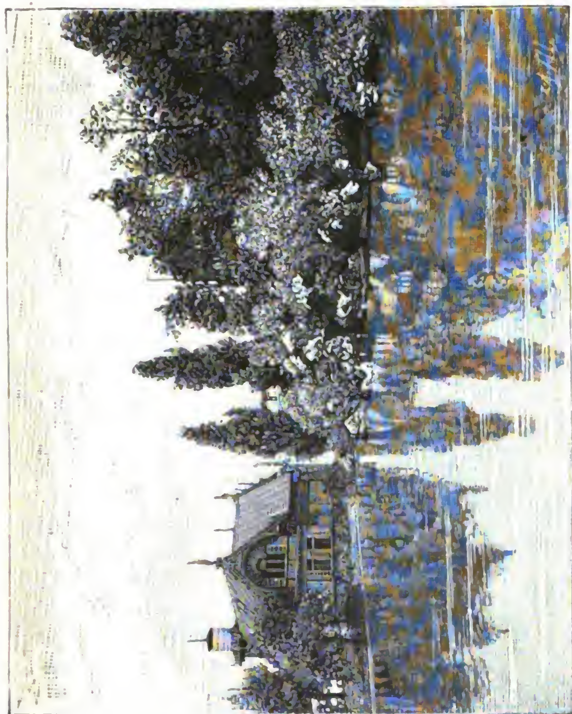


Fig. 161. — Parc du Champ-de-Mars. — La Rivière et le Pavillon de la Norvège.

Ailantus, Betula, Catalpa, Cedrela, Fagus, Fraxinus, Gleditschia, Gymnocladus, Juglans, Magnolia, Pavia,



Fig. 165. — Pont d'Iéna avec son velum réunissant le Champ-de-Mars au Trocadéro.

Paulownia, Platanus, Populus, Pterocarya, Robinia, Salix, Sophora, Tilia, Ulmus, etc. Parmi les arbres à tige, Acer (nombreuses variétés), Æsculus, Ailantus, Alnus, Citrus, Elæagnus, Fagus, Fraxinus, Gleditschia; Malus, Juglans, Morus, etc. Parmi les arbres résineux : Abies, Araucaria, Cedrus, Cephalotaxus, Cryptomeria, Larix, Pinus, Sequoia gigantea, Thuya, Salisburia, etc. Parmi les arbustes à feuilles caduques : Amorpha, Aralia, Benzoin, Berberis, Broussonetia, Callicarpa, Calycanthus, Caragana, Carya, Cercis, Chamæcerasus, Chionanthus, Coriaria, Coronilla, Cydonia, Cytisus, Citrus, Deutzia, Desmodium.

Elæagnus, Hibiscus, Indigofera, Leycesteria, Magnolia, Potentilla, Prunus, Ptelea, Ribes, Robinia, etc. Parmi les arbustes à feuillage persistant : Abelia, Arbutus, Atriplex, Aucuba, Baccharis, Bambusa, Buddleia, Buxus, Evonymus, Garrya, Genista, Ilex, Laurus, Ligustrum, Mahonia, Phlomis, Quercus, Rhamnus, Viburnum, etc. Parmi les arbustes de terre de bruyère : Andromeda japonica, Azalea, Kalmia, Rhododendron (150 variétés hybrides). Parmi les arbustes grimpants : Akebia, Ampelopsis, Aristolochia, Bignonia, Clematis, Cobæa, Jasminum, Periploca, Rosiers, Rubus, etc.

Parmi les végétaux variés, groupés ou isolés sur les pelouses : Acanthus, Agave, Alcæa, Anémone, Aralia, Arundo, Bambusa, Canna, Chamærops, Cocos, Croton, Dahlia, Erythrina, Eucalyptus, Eulalia, Ficus, Gynerium, Heliotropium, Jubæa, Lantana, Latania, Magnolia, Musa, Onopordon, Parella, Phœnix, Phlox, Pæonia, Rheum, Ricinus, Rosiers, Solanum, Statice, Wigandia, Yucca (1).

Au total, il y a au Champ-de-Mars :

Arbres au chariot.	538
Arbres à tiges, baliveaux, pleureurs.	1,524
Arbres résineux.	208
Arbustes à feuilles caduques.	10,345
— — persistantes	13,126
Arbustes, terre de bruyère	1,224
— grimpants.	3,545
Végétaux variés groupés ou isolés sur les pelouses.	803
TOTAL . . .	33,373

(1) Voir pour la flore ornementale des parcs et jardins l'ouvrage suivant : *l'Art des Jardins*, par A. ALPHAND (directeur général des travaux de la Ville de Paris). Étude historique, composition des Jardins, plantations, décoration artistique des parcs

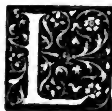
Il est presque superflu de dire tout le succès qu'ont eu les jardins, le jour et même la nuit, avec leurs brillantes illuminations. Les fleurs à la lumière électrique, entourées d'une demi-pénombre, produisent un effet charmant; les massifs, comme éclairés par la pleine lune, tranchaient par leurs perspectives sur les carrés aux couleurs vives et bien nuancées. Les jours de fête et les dimanches, le public a malheureusement envahi, plus d'une fois, les pelouses et saccagé les massifs. Les dégâts se comptaient par milliers de francs. Mais un jour après les vides étaient comblés et les jardins reprenaient leur belle apparence. La toilette était faite. Que de fois, hélas! il a fallu recommencer et que de fleurs et d'arbustes rares ont été brisés par un public inconscient! N'importe, jusqu'au dernier jour, les jardins ont fait l'admiration des visiteurs et des amateurs.

et des jardins publics. Traité pratique et didactique. — 3e édition. Ouvrage de luxe in-4o, avec 512 illustrations représentant des plans, kiosques, ponts, tracés, détails et architecture pittoresques de la flore ornementale. — J. Rothschild, éditeur.

V

PALAIS DES MACHINES

La galerie des Machines. — La grande nef. — Dimensions. — Demi-voûtes à articulations. — Les grandes fermes métalliques en 1878 et 1889. — Fermes de Dion. — Hauteur au faitage. — Emploi architectural du fer. — Vestibule d'entrée. — Escaliers, rampes, verrières, motifs décoratifs, figures allégoriques. — Période de construction. — Les fondations. — Le sous-sol du Champ-de-Mars. — Les piles. — Massifs de maçonnerie. — Piles à pilotis. — Montage et levage des grandes fermes à 45 mètres de hauteur. — Entreprise Cail; entreprise Fives-Lille. — Les travaux.



Le palais des Machines est un véritable temple élevé en l'honneur de la métallurgie et de l'architecture modernes. Nous sommes à l'aurore d'un autre âge industriel, de l'âge de fer, et surtout de l'acier; l'emploi du métal va amener des transformations profondes dans l'établissement des grandes constructions. On adopte de plus en plus les longues portées et les dimensions géantes. A l'Exposition, les arceaux de la galerie s'élèvent d'un jet vigoureux, sans aucun point d'appui intermédiaire, à des hauteurs que l'on n'avait pas encore atteintes. Sous cette vaste étendue, aucune colonne de soutien n'arrête le regard ou ne rompt les perspectives. On

dirait d'une voûte immense délicatement posée sur le sol d'un seul bloc et tout d'une pièce. C'est grandiose.

La grande nef, cependant, représente un rectangle de 420 mètres de longueur et de 115 mètres de largeur : le double de la longueur et de la largeur de la



nef du palais des Champs-Élysées de 1855 ; elle couvre une surface de 4 hectares et demi. La hauteur est de 45 mètres au faîtage. La colonne Vendôme y tiendrait à l'aise.

L'auteur du palais des Machines est M. Dutert. Il l'a conçu tout entier, il l'a dessiné; il en a étudié les détails et surveillé l'exécution; il a été assisté, tant dans les études générales que dans la direction des

travaux, par MM. Blavette, architecte, grand prix de Rome, premier inspecteur; Deglane, deuxième inspecteur, et Eugène Hénard, architecte, premier sous-inspecteur (1).

Les dimensions exceptionnelles de la nef ont nécessité de longs calculs de contrôle; on ne pouvait prendre aucun terme de comparaison; il a fallu résoudre de nombreux problèmes de résistance pour



(1) Le Comité de la Presse avait été chargé de décerner le prix Osiris de 100,000 francs, destiné à l'invention ou à l'œuvre la plus importante de l'Exposition. Après avoir rendu hommage à la magnificence des palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux, construits par M. Formigé, et au Dôme central, construit par M. Bouvard, le Comité a décidé que le prix de 100,000 francs devait être décerné aux constructeurs du palais des Machines : M. Dutert, l'architecte qui en a conçu l'idée, recevra 20,000 francs

assurer la stabilité d'un édifice aussi colossal, pour déterminer et arrêter les dimensions des pièces de métal, etc. Tous les calculs ont été faits par M. Contamin, ingénieur en chef du contrôle des constructions métalliques, assisté de M. Charton, ingénieur en chef

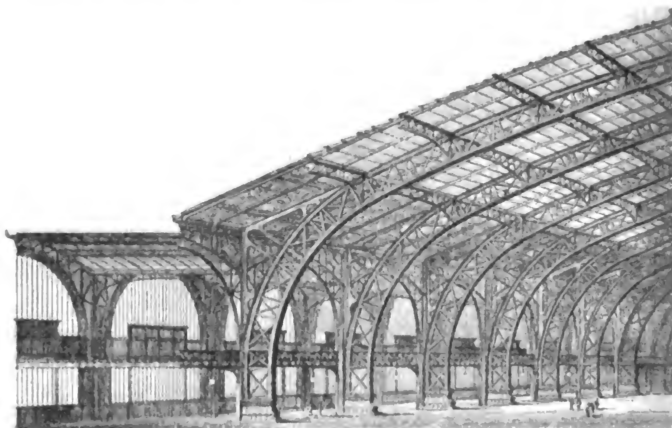


Fig. 169. — Avant-projet du Palais des

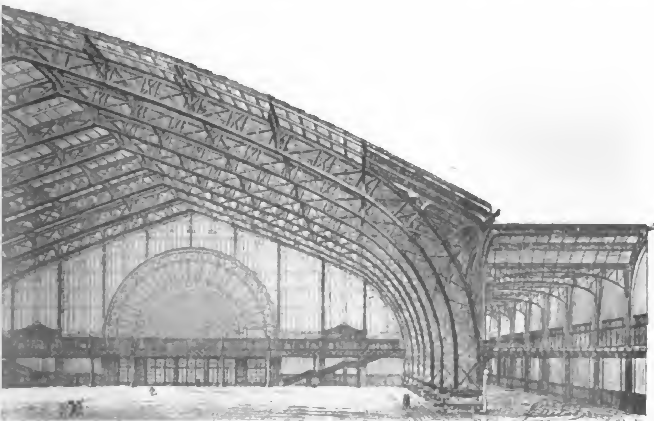
adjoint, et de M. Pierron, ingénieur. M. Contamin en particulier a dû se livrer à un travail de bénédictin; il a dû examiner, au point de vue de la résistance et

M. Contamin, 15,000 francs, et les ingénieurs ou architectes qui ont coopéré à l'œuvre, MM. Charton, Pierron, Deglane, Blavette, Hénard, chacun 3,000 francs.

Les cinquante autres mille francs seront distribués aux ouvriers du palais des Machines.

de l'économie des pièces métalliques, toutes les constructions du Champ-de-Mars. Il est juste que ces noms restent attachés à une œuvre qui comptera certainement parmi les plus remarquables de notre époque.

En 1878, déjà, M. de Dion avait fait une première



chines par M. Dutert (février 1887).

tentative audacieuse en construisant la galerie des Machines sans aucun tirant ; la galerie était élégante et d'un bel effet. Les fermes de la galerie étaient solidaires avec les pieds-droits encastrés dans des dés de maçonnerie. Mais ces fermes n'avaient que 30 mètres de portée, et la hauteur de la galerie ne dépassait pas 25 mètres.

On pourrait encore citer le hall de la gare Saint-

Pancrace, de Londres ; les fermes n'ont pas, en apparence, de points d'appui intermédiaires ; en réalité, on a relié les pieds-droits par des tirants cachés sous le plancher, et la portée des arcs n'a que 73 mètres.

En 1889, on s'est décidé à adopter un tout autre

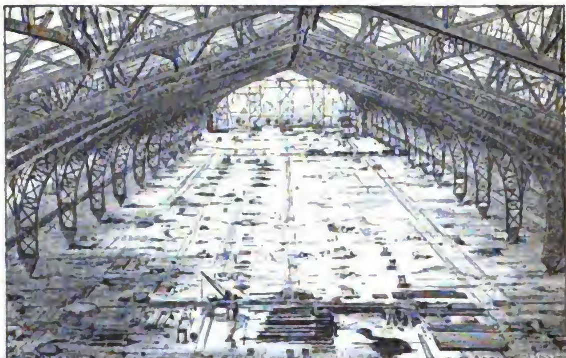


Fig. 170. — Vue d'ensemble de la grande nef du Palais des Machines au moment de l'achèvement du montage, prise du haut de l'échafaudage Fives-Lille.

système déjà employé, il est vrai, par Oudry, en France, au pont du port de Brest, pour certains grands viaducs métalliques, et ensuite dans quelques gares en Allemagne ; mais il n'avait pas encore été appliqué sur une échelle aussi colossale.

On a composé chaque ferme de deux arceaux appuyés par leurs bases sur des tourillons fixés à des massifs de maçonnerie et venant buter au faîtage sur un autre tourillon Chaque demi-arceau a donc

en bas et en haut un seul point d'appui commun. Ces demi-arceaux sont comme articulés à charnière à la base et libres au faîtage, de façon que tout le sommet, sous l'action de la chaleur ou du froid, peut se déplacer un peu, monter ou descendre. En réalité, ce mouvement de déplacement ne dépasse pas, en hiver ou en été, quelques centimètres (1). On a choisi de préférence à tout autre ce système intéressant, non pas dans le but de faire nouveau, mais parce qu'il facilitait notablement le calcul des efforts auxquels sont soumises les pièces et qu'il conduisait en fin de compte à des résultats économiques. La méthode donnait le moyen de préciser avec sûreté les dimensions strictement nécessaires et d'édifier la construction avec le minimum de matière. Ces fermes à articulation ont permis de diminuer

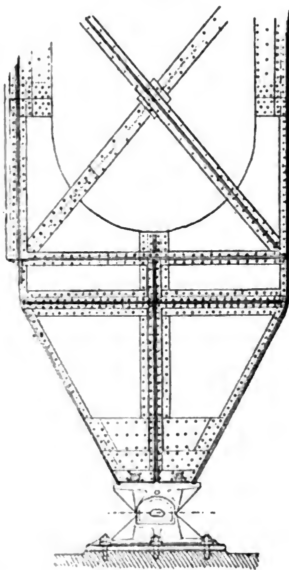


FIG. 171.— Détail du pied d'une grande ferme à articulation libre.

(1) Pour une différence de température de 50° (— 15° en hiver et + 35° en été), chaque demi-ferme ne s'allonge que de 4 centimètres.

de beaucoup la dépense. En 1867, pour abriter les machines, on avait employé 154 kilog. de fer par mètre carré de surface couverte. En 1878, on avait réduit ce chiffre à 140 kilog. En 1889, il est vrai, le nombre monte à 148 kilog., mais la quantité de métal par *mètre cube* d'air enveloppé dépasse à peine 4 kilog. et demeure très inférieure aux chiffres des expositions précédentes.

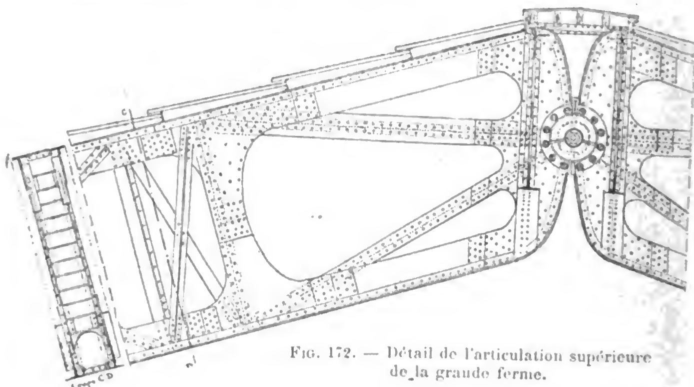


Fig. 172. — Détail de l'articulation supérieure de la grande ferme.

On a pu éviter aussi l'emploi de tirants qui auraient fait beaucoup moins bon effet au point de vue architectural et auraient gêné ultérieurement l'installation des machines. Quant à l'idée de mettre des tirants sous le plancher comme à la gare Saint-Pancrace, elle eût conduit à des dépenses plus grandes. Les tirants, pour les vingt fermes, auraient nécessité un supplément de poids de plus de 600,000 kilog. (30,000 kilog. par tirant), d'une valeur moyenne bien supérieure au prix de la construction, et un développement de plus de

2,300 mètres de caniveaux maçonnés. L'excédent de maçonnerie des fondations pour résister aux poussées est loin de représenter la dépense occasionnée par la suppression des tirants. D'ailleurs, les fondations pour les machines de la galerie n'auraient pas permis l'établissement des tirants.

Toute l'ossature de la grande nef du palais est cons-

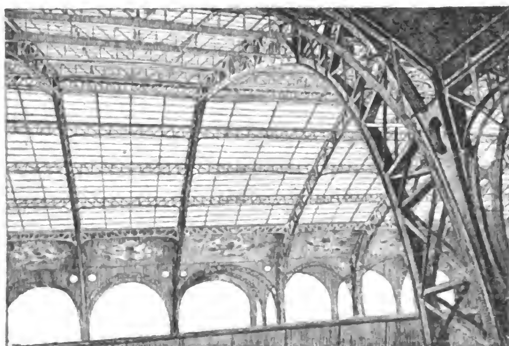


Fig. 173. — Vue de la grande ferme en raccourci, prise de la Galerie du 1er étage.

tituée par la succession de vingt fermes à treillis de 115 mètres de portée, soit $57^m,50$ pour chaque demi-arceau; elles sont espacées de $21^m,50$, sauf pour la travée centrale, qui mesure $26^m,40$, et les deux travées extrêmes, qui ont $25^m,30$.

Chacun de ces grands arcs métalliques a la forme d'une ogive surbaissée. Ils sont maintenus dans leur écartement, entretoisés par six cours de pannes ou

longues poutres longitudinales. Trois cours de chevrons en fer parallèles aux grandes fermes réunissent les pannes entre elles et contribuent à soutenir les petits fers qui constituent la couverture proprement dite. L'ensemble est ainsi rendu très rigide, et les fermes ne peuvent s'incliner ni sortir de leur logement sur le tourillon supérieur du support. Deux pannes très voisines du faîtage consolident la construction et portent des solives qui soutiennent le petit chemin de service qui court au dessus du sommet de la nef.

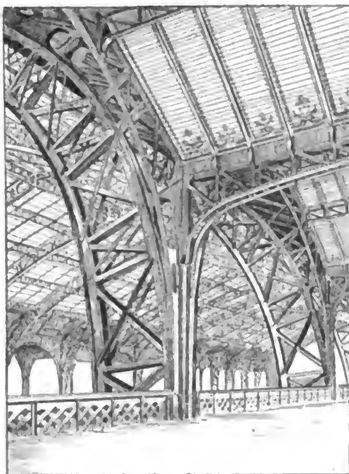


FIG. 174.— Bas-côtés du Palais des Machines. 1er étage.

Chaque ferme est composée de panneaux à croisillons, un long et un court alternés.

Chaque anneau forme un véritable caisson à claire-voie. Seul le panneau qui constitue le pied de la ferme est plein. Il se termine à son extrémité, qui s'amincit en trapèze, par une sorte d'encoche ou de logement cylindrique qui épouse la forme du tourillon d'articulation. Le tourillon repose sur un coussinet logé

lui-même dans une épaisse plaque de fonte fixée au massif de maçonnerie par six gros boulons solidement ancrés. Et c'est tout. Pas d'autre point d'appui.

En sorte que la nef peut être assimilée à deux grandes demi-voûtes en fer s'appuyant simplement à

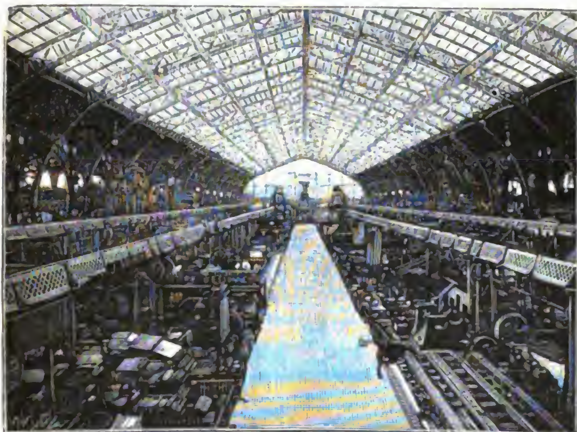


Fig. 175. — Vue intérieure de la Galerie des Machines avec les transmissions mécaniques.

la base sur des tourillons, au sommet sur de petits rouleaux d'acier, et s'ouvrant ou se fermant un peu selon les variations de température.

La poussée de la ferme sur chaque articulation des pieds-droits est évaluée environ à 115,000 kilogrammes y compris les surcharges accidentelles, neige ou vent fort de 40 mètres ; les pièces métalliques

ont été calculées en conséquence et elles ont déjà subi l'épreuve de l'hiver de 1888, pendant lequel les neiges ont été abondantes ; on n'a relevé aucune déformation sensible.

Le poids d'une ferme courante est d'environ 196 tonnes. Le poids des fermes de tête, un peu plus larges et exposées au vent, est de 240 tonnes. Le poids d'une demi-travée de pannes, chevrons, fers à vitrage, est de 62 tonnes ; le poids des pièces formant paroi verticale (sablière, chéneau et arc d'une demi-travée), est de 23 tonnes. Bref, le tonnage de la grande nef du palais des Machines s'élève à 7,400,000 kilogrammes. C'est un chiffre à peu près équivalent à la masse de fer qui entre dans la construction de la tour Eiffel.

La surface d'appui de chaque rotule des fermes au-dessus du coussinet étant d'environ 68 centimètres carrés, il en résulte que cet énorme poids de fer repose uniquement sur une surface de fonte qui ne dépasse pas 28 mètres carrés, soit un carré n'ayant guère plus de 5 mètres de côté.

Le palais des Machines ne consiste pas seulement en une nef gigantesque. Sur toute la longueur et aux extrémités on l'a entouré d'une galerie avec premier étage de 15 mètres de largeur desservie par de larges escaliers et même des ascenseurs. L'ensemble du palais, y compris les galeries latérales, couvre une surface de 60,800 mètres ; si on y ajoute les galeries du premier étage de 16,500 mètres, on obtient une surface horizontale et utilisable de 77,300 mètres. Les points d'appui sont pris sur les montants métalliques sauf pour les tribunes extrêmes, où l'on a ajouté quelques piliers de soutien. Malgré ces belles galeries

latérales, le regard a de la peine à s'habituer à ces



FIG. 176. — Échafaudage funiculaire des Peintres vitriers.

dimensions inconnues jusqu'ici ; il est dérouté devant cette immensité. L'ogive surbaissée des fermes trompe

aussi et ne donne pas à tout le monde la notion exacte de la hauteur de l'édifice ; l'œil se fera peu à peu à ces perspectives gigantesques ; d'abord surpris, il finira par tout admirer. C'est la vision du grand.

Il y a lieu d'insister en passant sur le parti que l'architecte a su tirer du fer. On aurait de préférence

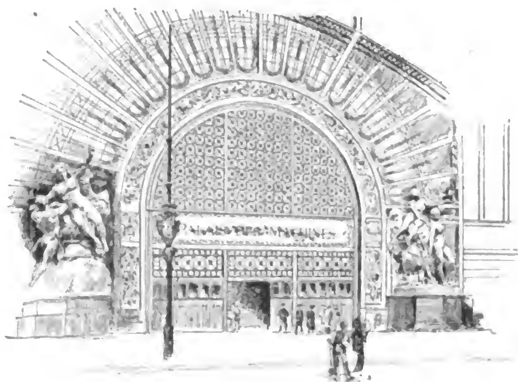


Fig. 177. — Porte d'entrée du Palais des Machines, Avenue La Bourdonnais.

choisi l'acier, qui eût donné plus de légèreté à la construction ; mais il a fallu y renoncer, cette fois du moins, par raison d'économie et pour gagner du temps. On a plié le métal à toutes les exigences artistiques. Jusqu'ici on ne pensait pas que l'on pût tirer du fer franchement accusé sans surcharge de fonte et de staff des effets artistiques convenables. Son aspect grêle et maigre, la difficulté d'en assouplir les formes

avaient fait rejeter son emploi par la plupart des architectes. La tentative a été satisfaisante. On a employé exclusivement le fer dans tout le palais. Les colonnes des tribunes ont été construites non pas en fonte, selon l'usage classique, mais bien en fer et en tôle

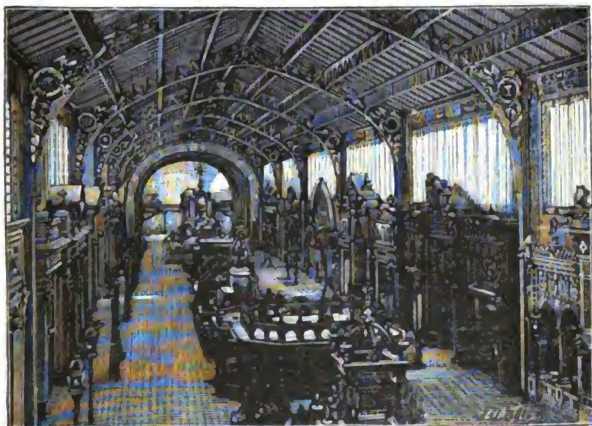


Fig. 178. — Galerie centrale conduisant du Dôme à la Galerie des Machines.

d'un dessin agréable, Les rampes et les balustres des escaliers sont eux-mêmes en fer de commerce à **T** ou en **U**. Toute l'ossature apparente est aussi composée d'éléments semblables qui ont inauguré des formes nouvelles pour l'architecture du fer. L'architecte a rompu avec l'usage de peindre les fers apparents en bleu. La décoration générale est d'un excellent effet, d'un jaune rosé qui se dore au soleil. A la fin du jour,

la nef prend des tons chauds et colorés ; il se produit des jeux de lumière singuliers. Ainsi, tout le vitrage du plafond de la nef côté droit, côté du parc, apparaît en rose, et, par effet de contraste, tout le vitrage côté gauche se dessine en vert clair, si bien que la voûte apparaît moitié rubis, moitié émeraude.

La couverture de la nef est en dalles de verre de



Fig. 179. — Premières fouilles.

Saint-Gobain. Les parties basses vers les cheneaux sont pleines : on y a peint divers motifs de décoration qui sortent en relief. On a représenté les écussons des chefs-lieux des départements, des principales villes de nos colonies et des capitales des pays étrangers. Les armes de la ville de Paris occupent le centre de la travée du milieu ; puis celles de Marseille, Lyon, Lille, Bordeaux, etc. Ailleurs, on remarque aussi les armes

de Washington, de Londres, de Saint-Pétersbourg, Vienne, Pékin, Rome, Copenhague, Téhéran, Mexico, la Haye, Athènes, Lisbonne, Bruxelles, Tokio, Buenos-Ayres, Siam, Stockholm, Tanger, Rio-de-Janeiro, le Caire, Belgrade, Bucharest, Luxembourg, etc. Les



FIG. 1[illegible]0. — Fondations sur mauvais sol. — Pilotis.

reliefs en staff ont été exécutés par M. J. Martin, et les parties peintes par MM. Rubé, Chaperon et Jambon.

Le pignon de l'avenue de Suffren a été décoré, au centre de la tribune, de vitraux représentant la bataille de Bouvines, exécutés par la maison Champigneulle, de Bar-le-Duc. Le pignon de l'avenue de La Bourdonnais, qui correspond à la principale entrée du palais des Machines, est flanqué de deux pylônes

en fer et à jour de 35 mètres de hauteur, renfermant l'un l'escalier de service, l'autre un ascenseur électrique. L'archivolte est ornée des armes des principaux pays représentés à l'Exposition : États-Unis, Grande-Bretagne, Belgique, Suisse, Russie, Autriche, Italie, Espa-



Fig. 181. — Fondations.
Coulage du béton.

gne, Japon, etc. Les verrières reposent sur un arc plein en staff, avec un grand rinceau décoratif accompagné d'instruments de travail. Cette arcade est épaulée par deux groupes de 10 mètres de haut, la *Vapeur* et l'*Électricité*, exécutés en plâtre d'après les modèles de MM. Chapu et Barrias. Enfin, au milieu, on lit l'inscription « PALAIS DES MACHINES », en grosses lettres de faïence aux vives couleurs, sorties des ateliers de M. Mortreux.

Les parois verticales des bas côtés sont en briques rouges et blanches, les verrières en verre blanc avec bordures teinte émeraude ; les plafonds sont garnis de toiles peintes. Le pignon du grand escalier côté École-Militaire est décoré d'une verrière exécutée par Mme Lo-



Fig. 182. — Fondations.
Premières assises de maçonnerie sous les pieds des grandes fermes.

rin, de Chartres. M. Crauk, peintre, est l'auteur du carton.

On communique du palais des Industries diverses dans le palais des Machines par un beau vestibule qui termine la grande rue du Dôme central.

Du vestibule s'élèvent à droite et à gauche, derrière le groupe de Bartholdi, deux larges escaliers qui conduisent directement à la galerie du premier étage du

palais des Machines. On peut d'un coup d'œil, à 8 mètres de hauteur, embrasser toute la grande nef de M. Dutert. Les rampes de ces escaliers, tout en fer forgé et bronze, exécutés par M. Maison, constituent une véritable œuvre d'art; elles portent à leur origine, au point de départ, deux figures en bronze, dues à MM. Cordonnier et Barthélemy, et deux lampadaires avec vingt lampes à incandescence.

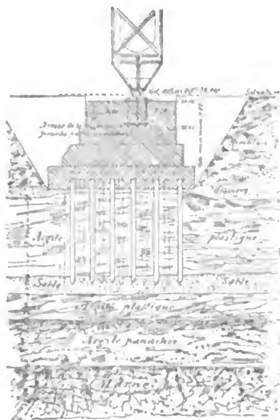


Fig. 183. — Fondations au pied des termes de 115 mètres avec coupe géologique du terrain du Champ-de-Mars.

Le vestibule d'entrée est couvert par une large coupole portant sur pendentifs. La verrière du plafond, œuvre de M. Champigneulle fils, de Paris, rappelle les productions de l'industrie : le lin, le chanvre, le blé, le maïs, etc. Ce plafond est éclairé en transparence au moyen de cinq puissants régulateurs électriques et de quatre-vingt-seize lampes à incandescence. Les pendentifs peints représentent les arts, les sciences, les lettres, le commerce. Le bas de la coupole est orné de groupes d'enfants tenant des attributions des principaux corps d'état : la teinture, le tissage, le bronze, l'imprimerie, la reliure, la papeterie, etc. Les six fenêtres du vestibule

sont aussi décorées de figures allégoriques : l'orfèvrerie, l'ébénisterie, la verrerie, la céramique, etc. Les voussures latérales portent des cartouches en relief: la justice, la guerre, la marine, l'instruction publique.

Tout ce magnifique ensemble aura coûté la somme de 7,514,094 fr. 69, ainsi répartis :

	Fr.	c.
Terrassements et maçonneries.	592,425	54
Constructions métalliques	5,398,307	25
Charpente en bois.	193,760	51
Couverture, plomberie, zinc	236,682	74
Carrelage et parquetage.	78,591	04
Menuiserie..	34,345	86
Vitrerie.	182,242	67
Ornementation en staff..	256,141	50
Peinture..	158,547	40
Imprévu et régie. Somme à valoir. . . .	190,227	66
Frais d'agence..	192,922	52
TOTAL	7,514,094	69

Soit un peu moins de 100 francs par mètre carré de surface horizontale utilisable.

Si le palais des Machines excite aujourd'hui avec raison la curiosité générale, la période de construction a attiré avec non moins d'empressement l'attention des ingénieurs. Ce fut un événement quand on parla pour la première fois d'élever des fermes de 115 mètres de portée, de 196 tonnes, à une hauteur de 45 mètres. L'édification de ce vaisseau incomparable appartient à l'histoire de l'art du constructeur ; il convient d'en rappeler au moins très sommairement les principales phases.

Les fondations du palais des Machines, commencées seulement le 5 juillet 1887, furent achevées le 21 dé-

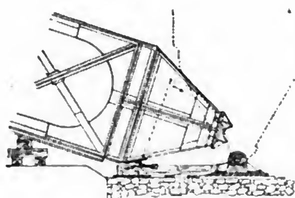
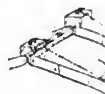


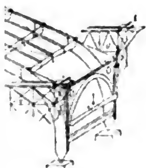
Fig. 184. — Arc auxiliaire de rotation pour le levage du pied d'une grande ferme.
Système Fives-Lille.



Rouls
Syst

Système Cail.

Fig. 189 à 191. — Figure théorique comparative des deux Systèmes de monta



. 185.
les pannes.
Fives-Lille.

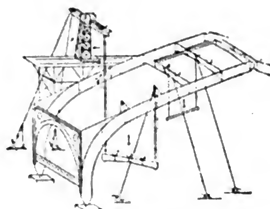
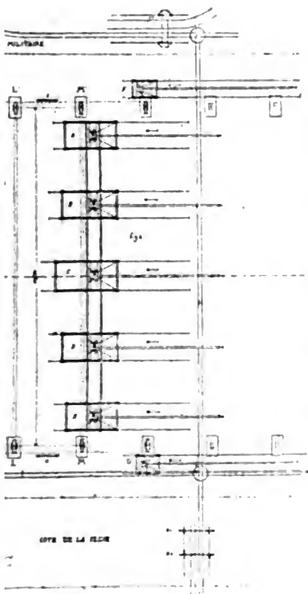
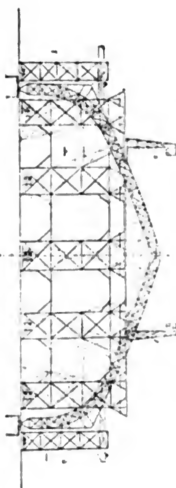


Fig. 186.
Levage des pannes.
Système Cail.





Système Fives-Lille.



Fig. 187. — Face latérale de l'échafaudage Cail.



Fig. 188. — Face latérale de l'échafaudage Fives-Lille.

›s grandes Fermes employés par la Compagnie de Fives-Lille et la Société Cail.

cembre de la même année ; ces fondations comportaient deux rangs de 20 grandes piles de maçonnerie destinées à supporter les pieds-droits des 20 fermes de 115 mètres, et une série de points d'appui pour les piliers des tribunes. Le palais n'a aucune cave. Les quarante piles sont des blocs de maçonnerie de meulière complètement isolés et distants les uns des autres, comme les fermes, de $21^{m},50$ d'axe en axe, sauf pour les travées centrale et extrême, un peu plus écartées. Chacune des piles recevant le sabot de fonte d'un pied de ferme devait pouvoir résister à une charge verticale de 412,000 kilogrammes et à une poussée horizontale de 115,000 kilogrammes. L'architecte était obligé, pour satisfaire à de pareilles conditions, de n'employer que des matériaux de premier choix. On s'est uniquement servi de ciment de Portland et du même ciment mêlé à deux tiers de sable pour hourdir la meulière et couler le béton.

Il a fallu surtout se préoccuper de la résistance du sol, car le Champ-de-Mars est un des terrains les plus bouleversés que l'on puisse rencontrer.

Depuis un siècle, il a vu toutes les grandes fêtes et les expositions ; on y trouve encore des fragments du mur de soutènement du fossé qui l'entourait en 1789, et les fondations, les restes des galeries d'égout de l'Exposition de 1878 ; en outre, dans la zone qui borde l'École-Militaire, on avait établi, en 1878, toute une exploitation de couche de sable, une véritable carrière.

Aussi a-t-on dû opérer suivant des types différents les fondations des 20 piles, en raison même de la nature du sol.

Lorsque la couche d'alluvion avait une épaisseur supérieure à 3 mètres, on fonda la pile à l'aide d'un massif rectangulaire de maçonnerie de 7 mètres de long sur 3m,50 de large et 3m,50 de haut, reposant sur un plateau de béton de 50 centimètres d'épaisseur débordant le massif de 25 centimètres au pour-



FIG. 192. — Levage des pannes. Vue prise de la plate-forme de roulement des grues. — Système Cail.

tour. 25 piles sur 40 ont été ainsi assez facilement construites.

Lorsque la couche de graviers n'avait plus que 1m,50, on augmentait l'empâtement et l'épaisseur du béton. Dans ce cas, on a donné au plateau de béton de ciment de Portland 11m,20 sur 6m,50 et 1m,80 d'épaisseur ; au-dessus on éleva une assise de maçonnerie d'épaisseur variable selon le terrain ; au-dessus encore, la pile pro-

prement dite de 7 mètres de long sur $3^m,50$ de large et $3^m,32$ de hauteur.

C'est à l'intérieur de ces massifs supérieurs, dans une gaine en fer, que furent fixés les six gros boulons de la plaque de fonte du pied des fermes. Il n'existe que cinq piles de ce type ; elles se trouvent du côté de la façade qui regarde la Seine.

Enfin, lorsque la couche de graviers, par suite des remaniements du sol, était réduite à $0^m,50$, on fut forcé de fonder sur pilotis.

Après le sable superficiel on rencontre, au Champ-de-Mars, un banc de glaise de 7 mètres d'épaisseur, une couche de sable de $1^m,50$, un autre banc de glaise de 8 mètres, un banc de marne de 19 mètres reposant sur la craie. On dut enfoncer en quinconce 28 pieux de 33 centimètres de diamètre et de 9 à 14 mètres de longueur (1). Selon les cas, ces pieux battus à satiété à l'aide d'une sonnette à vapeur du système Lacour s'arrêtèrent dans la couche de sable quartzeux servant de support à la couche de glaise de 7 mètres. Sur les pieux recépés au même niveau on établit le plateau de ciment, l'assise intermédiaire et la pile proprement dite avec les dimensions adoptées pour les piles du type n° 2. La résistance demandée au sol ne dépassait pas dans ce cas 2 kilogrammes par centimètre carré ; elle atteignait 3 kilogrammes pour les autres piles sur le bon sol.

On a établi dix piles de ce genre ; leur construction a exigé beaucoup d'efforts et de prudence au milieu de

(1) Les pilotis sont en sapin du Jura, frettés et sabotés en fer avec pointe en fonte dure.



Fig. 193. — Montage des grandes fermes. Vue de la plate-forme de l'échafaudage. — Système Cail.

ces terres sujettes à éboulements : elles se trouvent toutes réparties du côté de l'École-Militaire.

Nous passons sur le travail considérable des fouilles en cuvette, des piles à pilotis, sur le battage, etc. Il a fallu extraire par fouille plus de 1,000 mètres cubes de terres; le plateau de béton cube 131 mètres; la maçonnerie proprement dite, de 120 à 130 mètres cubes, etc.

Ces travaux ont été très bien conduits pour la terrasse et pour la maçonnerie par les entrepreneurs MM. Manoury et Grousselle, et pour les pilotis par M. Poirier; ils ont duré six mois, de juillet au 21 décembre 1887.

La première ferme du palais des Machines a été levée et mise en place le 20 avril 1888; le montage complet de la grande nef a été terminé dans les premiers jours de septembre de la même année; il aura fallu moins de six mois pour accomplir cette opération. C'est un véritable tour de force, qui donne bonne opinion de la puissance de notre industrie. La mise en place, à de pareilles hauteurs, de masses métalliques aussi considérables soulevait un problème neuf et difficile. Il a été résolu à la fois de deux manières différentes, deux solutions pour une! et il serait malaisé de dire quelle a été la meilleure.

La Compagnie de Fives-Lille ayant M. Duval pour directeur, d'une part, et de l'autre la Société des anciens établissements Cail ayant pour directeur M. le colonel de Bange, se rendirent adjudicataires, chacun par moitié, de la construction du palais. La demi-nef, côté avenue de La Bourdonnais, a été élevée par la Compagnie Fives-Lille; la demi-nef, côté avenue



Fig. 194. — Roulage des pannes sur l'estrade des grandes Fermes.
Système Fives-Lille.

Suffren, par la Société Cail. La Compagnie Fives-Lille leva les fermes par grandes masses jusqu'à 48 tonnes; la Société Cail, au contraire, construisit par petits fragments n'excédant pas 3 tonnes.

Le premier système de montage fut combiné par M. Lantrac, ingénieur en chef. Le travail fut mené de



Fig. 195. — Vue d'ensemble des Échafaudages de montage du Palais des Machines. — Système Fives-Lille.

front par piles symétriques. D'un côté et d'autre, deux équipes assemblèrent sur le sol même du plancher les peids-droits et les arbalétriers d'une même ferme. Sur les 32,000 rivures qui réunissent les éléments constitutifs d'une ferme, 19,600 furent exécutées aux ateliers, 10,300 sur le sol, 2,100 seulement dans les échafaudages.

Fives-Lille se servit de trois échafaudages : un

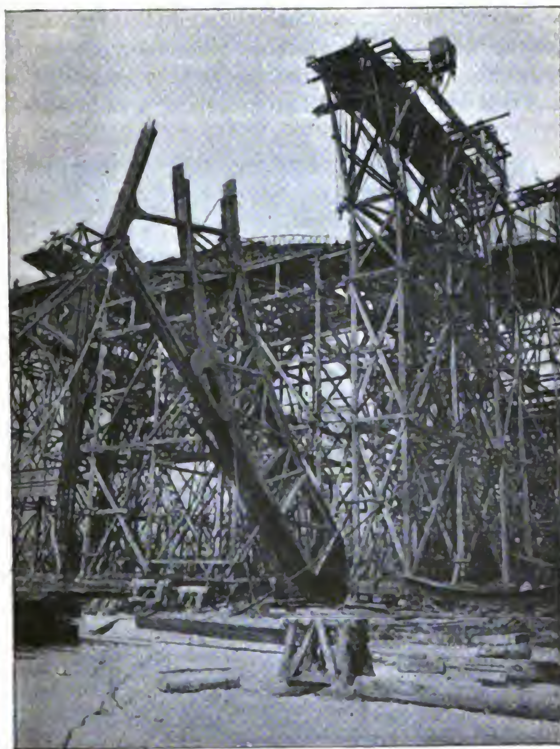


Fig. 196. — Levage par Rotation du pied-droit d'une grande Ferme
Système Fives-Lille.

pylône central et deux échafaudages latéraux qui se déplaçaient sur rails. Chaque montant étant prêt, pour le mettre en place on le fit basculer sur un cylindre d'acier auxiliaire jusqu'à ce que le pied du montant vînt s'emboîter sur le tourillon; dès lors le mou-



Fig. 197. — Levage des grands Arbalétriers de la ferme de tête. Système Fives-Lille.

vement de bascule devenait facile : on soulevait l'énorme pièce avec des palans, de façon qu'elle prît sa place normale; puis on l'assujettissait et on la calait sur l'échafaudage latéral. Les montants ainsi levés de part et d'autre, on saisit les arbalétriers au moyen de câbles et de poulies mouflés, et on les éleva jusqu'à ce que la partie inférieure de l'arc fût au contact du montant et que la partie supérieure tou-

chât au rouleau d'articulation du faîtage. Les deux demi-arcs se trouvèrent alors en équilibre, soutenus d'ailleurs par les gradins à échelons du pylône central.

Les câbles de levage en chanvre se composaient de six brins de 75 millimètres de diamètre. Le poids de l'arbalétrier étant de 38 tonnes, chaque câble avait été essayé à 40 tonnes; il fallait, en effet, être sûr d'engins devant porter à 46 mètres une masse aussi considérable. La première ferme fut levée le 20 avril. La moyenne d'ouvriers employés sur le chantier a été de 250. Il a fallu cinquante jours pour monter les trois premières travées; puis, le personnel étant au courant, chaque travée suivante n'a plus nécessité que dix jours.

Le système Cail a été étudié par M. Barbet, ingénieur en chef. On s'est astreint, de ce côté, à faire grande économie de bois dans les échafaudages; on leur a demandé peu d'efforts, et on a pu les construire relativement légers. On a établi cinq grands pylônes solidaires pouvant se déplacer sur rails dans l'axe de la construction; un pylône central et deux sur les côtés. A la partie supérieure, ces pylônes portaient un plancher à gradins épousant à peu près la courbure de la ferme qu'il devait supporter; au-dessous on disposa un plancher horizontal. On éleva successivement les éléments de la ferme par petits tronçons de 3 tonnes, et l'on opéra le rivetage sur le plancher.

Sur les 32,000 rivures de la ferme 4,000 seulement furent exécutées aux ateliers, 8,000 furent faites à pied d'œuvre et 40,000 exécutées sur les échafaudages. Ces chiffres sont la contre-partie de ceux du système Fives-Lille.



Fig. 198. — Assemblage des pannes sur les grandes Fermes.
Système Fives-Lille.



Fig. 199. — Détail de la jonction de l'articulation supérieure de la grande Ferme au moment du levage.
Système Fives-Lille.

Après avoir boulonné et réglé sur chaque pile de fondation les sabots en fonte et les rotules, on leva par petits fragments chaque pied-droit, les riveurs suivant les monteurs à mesure de l'avancement, et les pièces étant d'ailleurs supportées par les échafaudages et calées avec soin. Le levage s'est poursuivi ainsi, simplement et très régulièrement, jusqu'au sommet.

La première ferme fut terminée le 24 mai. La moyenne d'ouvriers n'a été que de 215 pendant la marche normale du travail. Le temps employé pour les quatre premières travées a varié de treize à douze jours. Les travées suivantes ont demandé dix jours. Ces résultats sont sensiblement équivalents à ceux qu'a obtenus la Compagnie de Fives-Lille.

L'ossature métallique des pignons de la grande nef a été exécutée par MM. Baudet et Donon. La coupole du vestibule central a été montée par MM. Moreaux frères.

Quant aux bas côtés, la construction en avait été divisée en quatre lots échus à la Société d'Ivry, à la Société de Saint-Denis, à M. Robillard et à MM. Moissant et Cie. Les dispositifs employés, bien qu'ingénieux, n'offrent aucune particularité nouvelle à signaler.

Les travaux de charpente en bois, de couverture en zinc et en dalles de Saint-Gobain, de vitrerie, de peinture, etc., ont dû être menés de front avec le montage des parties métalliques, afin d'arriver dans les délais.

Au fur et à mesure de l'achèvement de la partie métallique d'une travée, les divers corps d'état en prenaient possession et y exécutaient leurs travaux.

Tel est très en gros le travail colossal qui a été accompli comme sans efforts apparents, avec une mé-

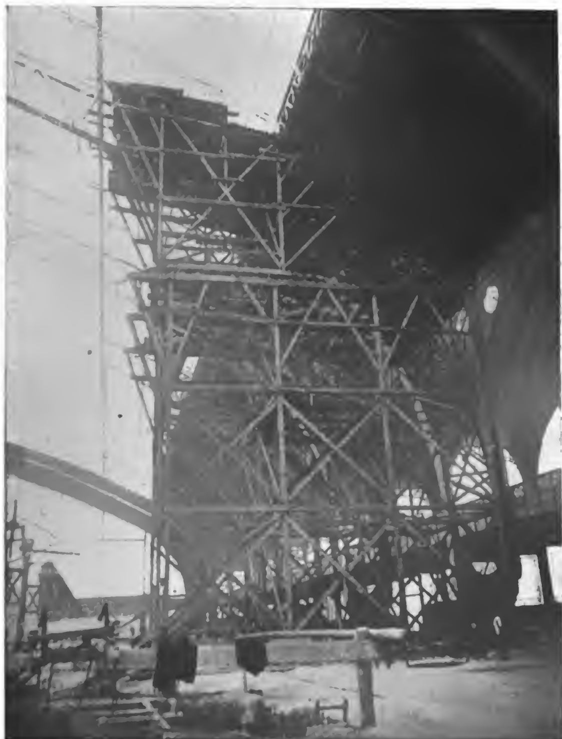


Fig. 200. — Échafaudage mobile, à double roulement, des Charpentiers et Peintres décorateurs.

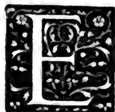
thode et une régularité dignes d'éloges, dans cet incomparable palais.

Sept millions de kilogrammes de fer rivés, montés et levés en quelques mois! Après cette œuvre de Titan, il sera sans doute permis de dire que les grands arceaux de fer de la galerie des Machines sont de véritables arcs de triomphe élevés à la gloire de notre industrie nationale.

VI

PALAIS DES INDUSTRIES DIVERSES
PALAIS DES BEAUX-ARTS
PALAIS DES ARTS LIBÉRAUX

Le palais des Industries diverses. — La galerie centrale. — Les galeries adjacentes. — Le dôme de 60 mètres. — La statue du dôme. — Aspect et décoration de la porte d'honneur. — Les portiques intérieurs. — Aménagement : produits ouvrés, mobilier, vêtement. — Sections étrangères. — Les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux. — Uniformité de plan. — L'ossature métallique. — Fondations et caves. — Les tirants de renfort. — La grande nef. — Galeries latérales avec premier étage. — Promenoirs extérieurs. — Vestibules Rapp et Desaix. — L'architecture nouvelle. — Fer et terre. — L'art de la terre. — Mosaïques en terre émaillée. — Les terrasses et les palmiers.

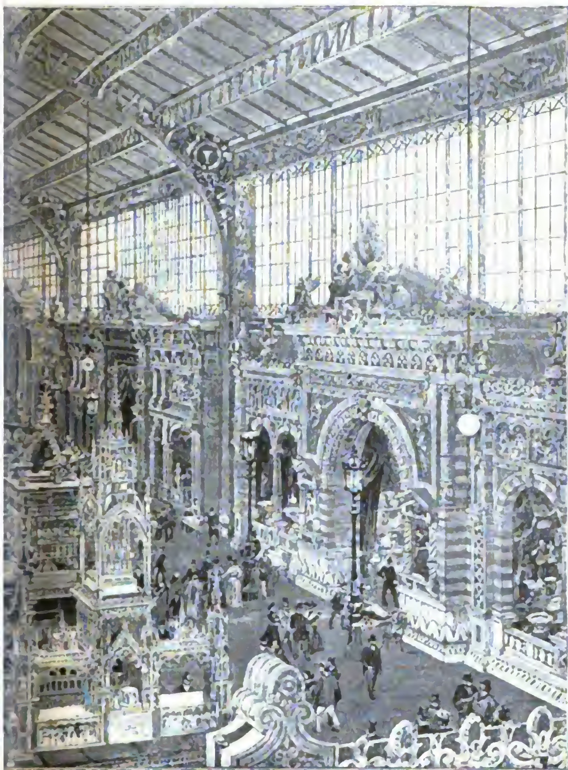


En allant vers la Seine, on entre de la galerie des Machines dans les galeries des Expositions diverses.

Le palais des Industries diverses renferme tous les produits industriels, tout ce qui concerne la matière ouvrée, le mobilier et le vêtement ; c'est l'exposition industrielle proprement dite. Cette construction, due à M. Bouvard, est considérable ; elle couvre 105,798 mètres carrés. On a bien vite fait ses



FIG. 202. — La grande Galerie d
Palais d



.le, dite Galerie de Trente mètres.
np de-Mars.

9 à 10 kilomètres quand on a parcouru une à une toutes ses galeries. C'est un grand damier. Au milieu, la



Fig. 203. — Vue du Dôme central.
Façade sur le Jardin.

grande rue du dôme central coupe la construction en deux parties symétriques ; de part et d'autre, s'alignent



Fig. 201. — Le Dôme central. — Coupe.

les galeries latérales, parallèles à la galerie des Machines.

Dès le 4 septembre 1886 on adjugeait les travaux et, en février 1887, les fondations terminées, on commençait la construction. Les galeries parallèles sont cons-



J. Bouvard

tituées par des fermes de 25 mètres de portée qui rentrent dans le type courant ; les fermes sont espacées de 8^m,33 et pèsent chacune 4,500 kilogrammes ; leur succession forme partout une galerie dont les côtés ont été utilisés pour les installations des exposants, des vitrines, etc., et dont le milieu, sur un espace de 5 mètres de large, fait rue de communication.

On trouve, de chaque côté de la grande rue centrale, sept galeries parallèles. En tout, on compte 350 fermes reliées les unes aux autres par des pannes à treillis. Cette construction rectangulaire est reliée par des galeries de raccordement au palais des Arts libéraux et des Beaux-Arts ; ces galeries annexes ont encore nécessité la pose de 90 fermes. Enfin, quatre pavillons ont été élevés aux angles du palais et forment entrées principales. Les travaux métalliques ont été exécutés par M. Roussel et par la Société des forges de Franche-Comté pour une part et, pour l'autre, par les ateliers de Saint-Denis et la Société des ponts et travaux de fer.

La grande rue centrale qui va du dôme à la galerie des Machines a 30 mètres de largeur et 200 mètres de longueur. Elle est constituée par une série de fermes rigides reposant sur des piliers métalliques de $12^{m},75$ de hauteur. Les galeries qui aboutissent à cette rue ayant 25 mètres d'ouverture, il a fallu donner à chaque ferme un écartement de 25 mètres, ce qui a nécessité pour chacune d'elles une section assez considérable. Chaque ferme de 30 mètres de portée pèse 30,000 kilogrammes. Ces fermes sont reliées entre elles, c'est-à-dire contreventées par un système de 7 poutres longitudinales ou pannes à treillis. Sur ces pannes, qui supportent 14 chevrons en fer, on a établi la couverture qui est pleine; la grande rue reçoit le jour par ses faces longitudinales, assez hautes pour dépasser de 12 mètres le cheneau des fermes. Ici encore, comme presque partout à l'Exposition, on a donné aux fermes la forme d'ogive surbaissée qui est aussi celle du grand arc de façade du dôme central. Sur les côtés, la galerie est close par des pans de fer qui supportent

les pannes. Au-dessus, pour laisser pénétrer la lumière,



FIG. 206. — Période de construction. Les Promenoirs. Palais des Industries diverses.

on a placé de grands panneaux vitrés d'un effet décoratif satisfaisant. La ventilation est obtenue par un



FIG. 207. — Tapisserie des Gobelins.

Décoration du Palais de l'Élysée. (Melpomène, dessus de porte).

lanterneau de faîtage. Cette rue centrale est d'un bel aspect. Le montage des pièces n'a présenté rien de bien saillant. La plus grande partie du palais des Industries diverses était terminée dès le 14 juillet 1888,



Fig. 208. — Hongrie, Roumanie, Bulgarie, Russie.
Détail de la frise intérieure du Dôme central. (Bouvard, architecte; Lavastre, décorateur.

puisque c'est dans ses galeries qu'eut lieu le banquet des maires.

De tout cet ensemble de constructions, qui n'a d'ailleurs qu'un caractère provisoire, le dôme central mérite surtout de fixer l'attention. L'ordre d'exécution

du dôme n'a été donné, de même que pour les deux galeries de raccordement qui longent le parc, qu'au mois d'octobre 1887.

Cette entrée monumentale du palais des Industries



FIG. 209. — Cachemire, Indus, Bengale.
(Détail de la frise intérieure du Dôme central. Bouvard, architecte; Lavastre, décorateur.)

diverses, véritable entrée d'honneur de l'Exposition, comprend une nef principale flanquée à droite et à gauche de deux pavillons. Toute l'ossature est métallique. Le dôme est formé par huit demi-fermes supportées par huit piliers gigantesques de 40 mètres de

hauteur. Ces piliers en fer sont maintenus en place par trois ceintures circulaires. Les deux pavillons latéraux servent à relier le dôme aux galeries adjacen-



FIG. 210. — Canada, Mexique, États-Unis, Brésil, Pérou, Chili. Détail de la frise intérieure du Dôme central. (Bouvard, architecte ; Lavastre, décorateur.)

tes. Le sommet de la coupole se trouve à 60 mètres au-dessus du niveau du sol.

Au premier étage, à 10 mètres de hauteur, un balcon contourne l'intérieur du dôme et permet au regard de plonger, d'un côté, sur la grande rue et sur la galerie des Machines ; de l'autre, sur le parc et sur le pa-

lais du Trocadéro. Quatre escaliers, construits dans les pylônes, donnent accès au balcon et aux pavillons d'angle. La décoration a été particulièrement soignée



Fig. 211. — Sibérie, Arabie, Perse, Turkestan, Afghanistan.
Détail de la frise intérieure du Dôme central. (Bouvard, architecte; Lavastre, décorateur.)

par l'architecte. Dans la partie inférieure du dôme on a placé de beaux spécimens des manufactures de Sèvres, de Beauvais et des Gobelins.

A 20 mètres au-dessus du sol, les piliers des fermes principales sont reliés deux à deux par des frontons avec motifs de sculpture, l'*Air*, la *Vapeur*, l'*Eau*, l'*Élec-*

tricité, dus à MM. Bourgeois, Plé, Pécou et Desbois. Au-dessus, une grande frise décorative de 6 mètres de haut, peinte par MM. Lavastre et Carpezat, re-



Fig. 212. — La France, entourée de la Liberté, du Travail et du Progrès, convie les Nations à l'Exposition universelle de 1889.
Frise intérieure du Dôme central. (Bouvard, architecte; Lavastre, décorateur.)

présente en allégorie la *France conviant les nations à l'Exposition de* 1889. Quatre tables portent, en outre, les noms des nations qui ont accepté l'invitation de la France. Au-dessous encore, et entre les fermes inter-

médiaires, existent douze panneaux vitrés en verres multicolores qui laissent entrer sous le dôme une lumière tamisée. Enfin, au sommet, la coupole a l'aspect



FIG. 213. — Suède, Norwège, Belgique, Hollande, Angleterre. Détail de la frise intérieure du Dôme central. (Bouvard, architecte; Lavastre et Carpezat, décorateurs.)

d'un ciel constellé sur lequel s'étendent de longs rayons brillants, et, au centre, couronnant le tout, une draperie aux couleurs françaises.

Extérieurement, le dôme profile ses lignes brillantes sous sa riche couverture aux tons d'acajou et aux lames d'or ; à son sommet, on a placé une statue colos-

sale de 9 mètres de hauteur : *La France distribuant des palmes et des lauriers*. Cette statue, exécutée en zinc re-



Fig. 214. — Intérieur du Dôme central.
Vue sur l'Exposition de la Manufacture de Sèvres.

poussé par M. Coutellier, d'après le plâtre de M. Delaplanche, est supportée par un squelette en acier coulé. Ce squelette a été construit par MM. Laurent, Moisant et Savey ; il est fixé sur l'ossature métallique du dôme.

Le poids total de la statue et de son squelette de soutien est de 8,000 kilogrammes. Le squelette se compose d'un fût central partant de la jambe gauche qu'il

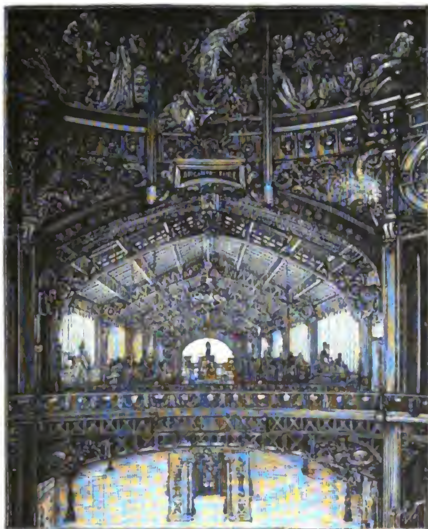


Fig. — 215. — Intérieur du Dôme central.
Vue sur la Galerie de 30 mètres.

traverse et va jusqu'à la tête ; de ce fût divergent une série de bras secondaires sur lesquels on a fixé les membres et les ailes. On a tout calculé pour que la statue puisse résister à un effort de vent égal à 70 kilogrammes par mètre carré, ce qui est suffisant. Il ne faudrait pas que cette statue s'échappât de son logement.

La porte d'entrée, en ogive surbaissée, est ornée de nombreux motifs de décorations en céramique et en staff colorés ; quand on arrive du Trocadéro, le dôme de M. Bouvard a vraiment grand air.

A l'intérieur, l'architecte a laissé aux exposants le



Fig. 216. — Entrée de la Classe XX.
Céramique. (Deslignières, architecte.)

soin d'orner les galeries à leurs fantaisies. Tous les portiques qui donnent accès de la rue centrale aux galeries ont une ornementation souvent très réussie et en rapport avec les produits qui s'y trouvent exposés. Les fermes et les pannes sont peintes en bleu

clair; on voit toutes les perspectives en bleu et rouge; généralement, les portiques sont, en effet, en rouge écarlate. Tout cela est très gai pour le regard.

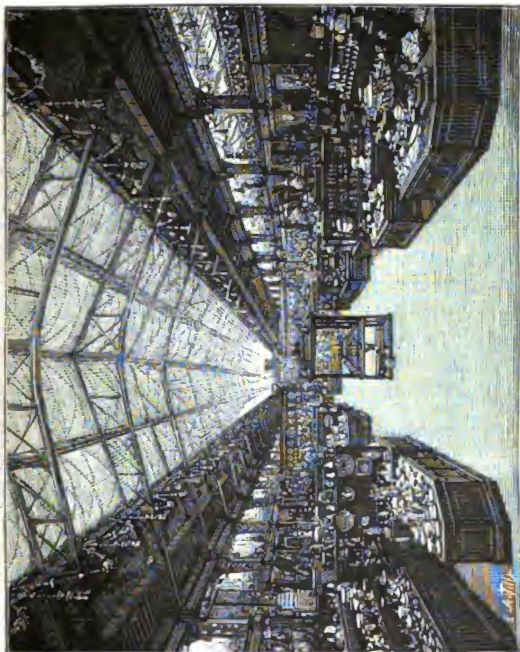


Fig. 217. — La Céramique française.

En somme, le visiteur qui pénètre par le grand dôme est immédiatement frappé par les dimensions de la nef, par les aspects grandioses de la coupole, des escaliers et de la rue centrale. A sa droite, il parcourt successi-

vement les galeries consacrées à l'orfèvrerie, à la céramique, aux meubles, à l'horlogerie, aux bronzes d'art ; à sa gauche, la joaillerie, l'habillement, les soies

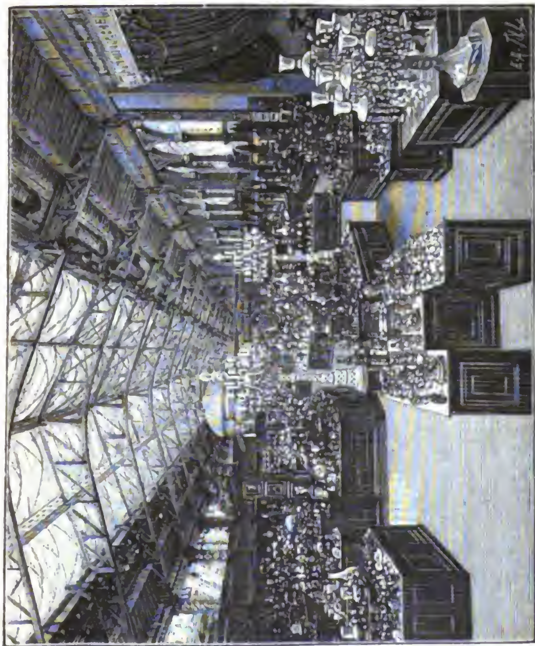


FIG. 218. — Cristallerie de l'Autriche-Hongrie.

les tissus de laine, les armes, les industries forestières et la métallurgie. On a conservé ici, autant qu'on l'a pu, le groupement méthodique de M. Le Play ; tous les mêmes produits, français ou étrangers, sont classés

dans les mêmes galeries. Les expositions étrangères se trouvent à droite du dôme, aux extrémités droites



FIG. 219. — Entrée de la Classe XXXV.
Galerie des Vêtements.

des galeries parallèles et surtout dans les galeries annexes qui sont séparées des palais des Arts libéraux

et des Beaux-Arts par les grandes artères Desaix et Rapp. Par ordre d'emplacement, à droite du dôme, viennent, dans la partie annexe, l'Italie, la Suisse, les États-Unis, l'Espagne, le Portugal, la Roumanie, la Norvège, Saint-Marin, la Grèce, la Serbie, le Japon, Siam, l'Égypte, la Perse à gauche, dans les galeries annexes, la Grande-Bretagne et ses colonies, la Belgique, le Danemark et les Pays-Bas.

Les dépenses de toute la construction du palais des industries diverses se répartissent comme il suit :

	Fr.	c.
Terrassements et maçonneries.	675,898	03
Constructions métalliques.	2,862,510	99
Charpente et menuiserie	308,043	20
Couverture.	315,603	»
Parquetage, dallage	174,650	32
Vitrerie	230,404	32
Peinture et décoration	569,370	»
Sommes à valoir	477,583	43
Frais d'agence	171,574	13
Réserve spéciale	100,000	»
TOTAL	5,885,637	42

Il est peu probable que, lorsque l'on aura arrêté les comptes définitifs, on ait à constater que les chiffres provisoires aient été de beaucoup dépassés.

Les deux palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux qui limitent des deux côtés le parc du Champ-de-Mars sont deux constructions à l'ordonnance superbe. Ces deux palais marquent une étape dans l'art des constructions; ils sont à l'heure actuelle l'expression la plus haute et la plus complète de l'architecture du fer. Nous devons cette œuvre remarquable à M. For-

migé, l'architecte des promenades de Paris, un des auteurs des projets primés de l'Exposition.

La disposition générale des deux palais étant à très peu près la même, nous esquisserons les grandes



Fig. 220. — Porte d'entrée de la Galerie de la Bijouterie.

lignes du palais des Arts libéraux, ce qui se rapporte à l'un pouvant se répéter pour l'autre.

Chaque palais est représenté en plan par un rectangle de 230 mètres de long sur 82 mètres de largeur. La superficie utile est d'environ 28,300 mètres carrés, y compris le premier étage. Au milieu, sur toute la longueur, une large nef de 52 mètres; sur les côtés, et

juxtaposées, des galeries de 15 mètres à deux étages. Aux extrémités, vers les annexes du palais des Industries diverses, deux grandes galeries transversales de 30 mètres de largeur et 120 mètres de longueur, les



Fig. 221. — Porte d'entrée de la Galerie de l'Orfèvrerie. Lorrain, architecte.

galeries Rapp et Desaix. Au milieu du palais, ouvrant sur le parc, une entrée d'honneur surmontée d'une coupole de 54 mètres de hauteur; aux extrémités, vers la Seine, une autre porte grandiose avec pavillons et coupoles sur plan carré. En somme, deux nefs de 87 mètres de long reliées par un dôme de 32 mètres de diamètre à la base et de 56 mètres de hauteur.

Les grandes fermes des deux palais ont une portée de 52m,80 et sont montées, comme celles du palais des Machines, sur trois tourillons en acier, deux aux naissances et un au faîtage. Les fondations supportant ces fermes n'ayant pu, à cause des caves placées sous



Fig. 222. — Palais des Beaux-Arts (Galerie Rapp).
J.-C. Formigé, architecte.

les galeries latérales (service des restaurants, etc.) être établies assez solidement pour résister aux poussées, on a dû relier les fermes par des tirants enterrés dans le sol. Ces tirants passent inaperçus comme à la gare de Saint-Pancrace du Midland-Railway. Les fermes sont espacées de 18m,10 et reliées par un système de pannes à treillis; elles pèsent environ 55 tonnes. Les

galeries latérales sont constituées par 72 fermes de 15 mètres qui s'attachent, d'un côté, sur les grandes fermes et, de l'autre, sur des piliers de façade de

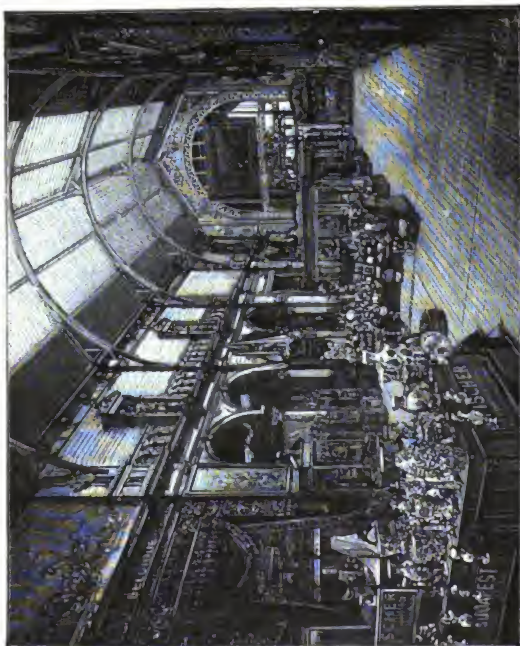


FIG. 223. — Entrée de la Section belge et Section hongroise.

20 mètres de hauteur; ces piliers sont réunis entre eux au moyen d'une série d'arcades; à 7 mètres au-dessus du sol, ils sont entretoisés par des poutres en treillis qui supportent une extrémité des poutrelles d'un plan-

cher coupant les galeries latérales en deux étages; l'autre extrémité de ces poutrelles s'appuie sur une grosse poutre fixée au pilier des fermes de 52 mètres.



Fig. 221. — Entrée de la Section des États-Unis.

Au premier étage, un balcon de 5 mètres, en saillie sur la galerie, règne sur tout le pourtour de la nef. Les grandes fermes de ces palais mesurent au faîtage 28m,20 de hauteur.

Les galeries Rapp et Desaix, qui limitent les palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux du côté des annexes, occupent l'emplacement de la voie qui traversait le Champ-de-Mars à l'extrémité de la rue Saint-Dominique.

Les fermes de ces galeries ont une portée de 30 mètres et sont soutenues, du côté des annexes et des Industries diverses, par un grand mur en meulière ; du côté opposé, par des colonnes en fonte de 18 mètres de hauteur. Chacune de ces fermes pèse environ 4,000 kilogrammes et les colonnes en fonte, 7,000 kilogrammes.

La charpente métallique de chaque palais a absorbé environ 1,360 tonnes de fer.

Au centre des palais, les deux dômes de 56 mètres de hauteur et de 32 mètres de diamètre dominent d'environ 28 mètres de toiture de la construction. Chaque dôme se compose d'une nef centrale et de deux porches latéraux avançant sur la façade des galeries, de façon à former une porte monumentale. La nef est constituée par quatre grands piliers métalliques de 29 mètres de haut, à section carrée de 2 mètres de côté ; ces piliers supportent un châssis octogonal sur lequel reposent les fermes de la coupole ; ils sont eux-mêmes réunis entre eux par quatre grands arcs. Les annexes comprennent deux parties : l'une formant porche d'entrée, et l'autre reliant le dôme avec le porche. Cette dernière partie est constituée par deux piliers placés en regard des piliers du dôme et reliés à ceux-ci par deux arcs.

La coupole est supportée par douze fermes réunies à la base par une double ceinture qui reçoit la poussée ; au faîtage, les fermes s'appuient sur une couronne de 4 mètres de diamètre. Les dimensions des fermes ont été

calculées par le service de contrôle des constructions métalliques simplement comme si elles étaient appuyées à la base sur le châssis octogonal et soutenues au faîtage sur la couronne métallique de 4 mètres de

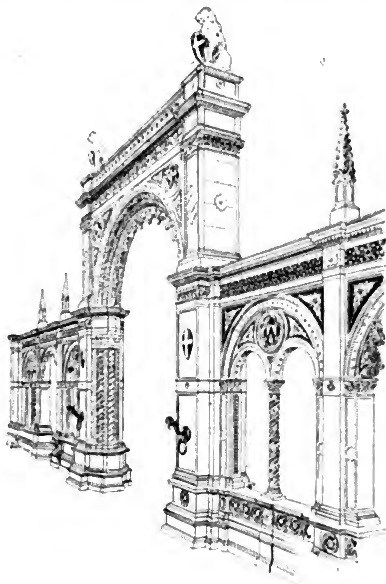


Fig. 225. — Porte de la Section italienne.

diamètre. Tout cela est à l'abri de toute surcharge provenant d'un coup de vent évalué à 120 kilogrammes par mètre carré couvert. Ce n'est pas prêt d'être renversé.

Le poids total du dôme et de ses annexes est de 950 tonnes : 570 pour le dôme, 380 pour les annexes.

L'ensemble des Beaux-Arts pèse 20 tonnes de moins.

Tel est l'ossature générale du Palais. Les travaux furent adjugés au mois d'août 1887. Constructeurs pour les Beaux-Arts : moitié Société d'Ivry, moitié MM. Munier frères, de Frouard ; constructeurs pour les Arts libéraux : moitié MM. Hachette et Drioul, moitié



FIG. 226. — Palais des Industries diverses. Portique sur le jardin central.

MM. de Schryver ; constructeurs pour les dômes : Société de ponts et travaux de fer.

Donnons immédiatement, pour n'avoir plus à y revenir, le montant des dépenses des deux palais :

	Fr.	c.
Terrassements, maçonnerie et terres cuites.	1,838,248	27
Constructions métalliques.	3,301,739	42
Charpente en bois et menuiserie	280,212	07
Couverture et plomberie	386,193	78
Vitrerie	122,231	99
Sculpture, peinture et divers	238,160	81
Sommes à valoir.	414,527	16
Frais d'agence	183,394	43
TOTAL	6,764,707	83

L'ossature de ces immenses constructions mises en place, l'architecte l'a habillée avec goût et ornée avec originalité. Avec cette grêle carcasse en fer, il a fait



FIG. 227. — Palais des Industries diverses. Portique sur le jardin central. Vue perspective.

un monument qui a de la vie; il lui a communiqué de la grâce et de l'élégance, et même une certaine magnificence. Il l'a entourée d'une lumière chaude et séduisante, de couleurs chatoyantes, de reflets d'or et

d'argent; on dirait d'un palais né au pays du soleil. Et tout cela, on l'a obtenu surtout par l'alliance judicieuse du métal et de la céramique. C'est un genre si-non sans précédent, du moins assez perfectionné pour



J. Formigé

que, sous nos latitudes, il prenne presque un caractère absolu de nouveauté.

Il y a longtemps que l'on a su tirer certain parti des terres cuites; dans le Midi, elles servent assez souvent de motifs d'ornementation. M. Formigé a certainement vu en Italie la chartreuse de Pavie, l'hôpital de Milan, etc. Que de jolis effets on a obtenus déjà avec le marbre et la terre cuite associés! Et les coupoles

des Persans avec leurs couleurs vives et leur aspect riant ! Mais en général, et jusqu'ici, on s'était contenté de mettre en œuvre la terre cuite sur une échelle très



Fig. 229. — Entrée de la Galerie des Beaux-Arts (Porte Rapp).
Sculpture. (J.-C. Formigé, architecte.)

restreinte ; on assemblait par morceaux de dimensions fort réduites. L'art de la terre a fait de grands progrès dans ces derniers temps en France, sous l'impulsion d'ingénieurs et de potiers tels que MM. Muller, Lœbnitz, Brault, Roy, etc. On est parvenu à fabriquer



Fig. 230. — Palais des Beaux-Arts. Arabesque du porche sur le jardin. Terre cuite par Jules Lœbnitz.
J.-C. Formigé, architecte.

des terres cuites relativement grandes, à obtenir des pièces de plus de 3 mètres de longueur. On leur laisse leur teinte de cuisson ou on les émaille au feu et on leur donne un coloris très agréable à l'œil. On peut dire que les deux palais de M. Formigé sont faits de fer et de terre cuite, de briques et de tuiles émaillées. La sécheresse du métal disparaît avec ces ornements variés. Il est certain que ce genre de construction se développera et que l'imagination des architectes en tirera un excellent parti. Les plafonds des grands vestibules d'entrée de la nouvelle gare Saint-Lazare sont aussi ornés moitié fer, moitié terre cuite.

Les grandes coupoles du palais des Arts libéraux et des Beaux-Arts rappellent les coupoles persanes émaillées de tons blancs, bleu turquoise, jaune et or. Elles sont couvertes par une mosaïque de 100,000 tuiles Muller, s'emboîtant les unes dans les autres, La superficie couverte en tuiles émaillées atteint pour chaque dôme 1,248 mètres carrés. Si l'on mettait côte à côte tous les morceaux de terre cuite qui entrent dans la construction, on dépasserait largement toute la surface du Champ-

de-Mars. Le mur d'attique sur lequel reposent les dômes est épaulé par des consoles couronnées de



FIG. 231. — Frise couronnant le Palais des Beaux-Arts et des Arts Libéraux. (J.-C. Formigé, architecte.)

vases émaillés de 3 mètres de hauteur; entre les consoles sont percés des œils-de-bœuf aux assises alternées

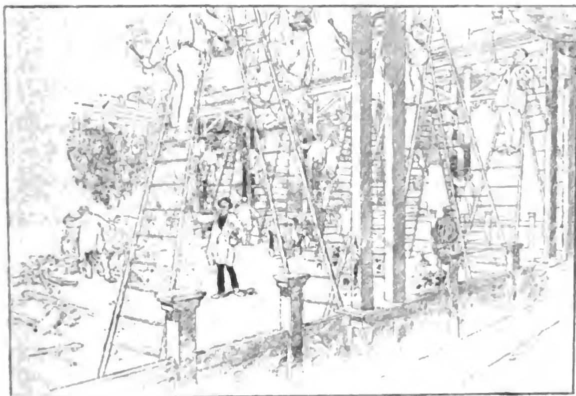


FIG. 232. — Les Ouvriers peintres au Palais des Arts Libéraux.

de rose et de bleu. Les entrées d'honneur du milieu de chaque palais comprennent trois arcades plein-ceintre

entourées d'archivoltes à oves en terre cuite et de médaillons à fond d'émail dans les tympans. Aux Beaux-Arts, les pieds-droits sont ornés de brillantes arabesques; aux Arts libéraux, de trophées de grandes dimensions. Le couronnement de chaque entrée d'hon-

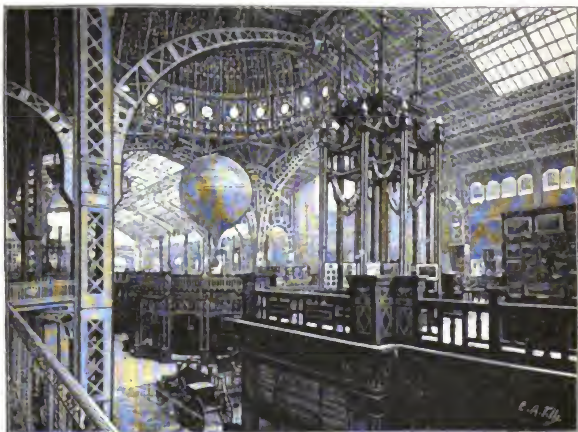


FIG. 233. — Intérieur du Dôme des Arts Libéraux.
J.-C. Formigé, architecte.

neur est formé d'un attique percé de trois niches où des statues symbolisent, d'une part, les beaux-arts, de l'autre, les arts libéraux. Entre les niches court une large frise en terre émaillée. Deux hauts pylônes encadrent la porte ; la décoration se poursuit latéralement sur les deux palais par une triple ceinture comprenant une balustrade au premier étage, une frise à

fond d'or sous la corniche et une seconde balustrade à hauteur du comble.

Chaque grand pilier en fer est revêtu de panneaux

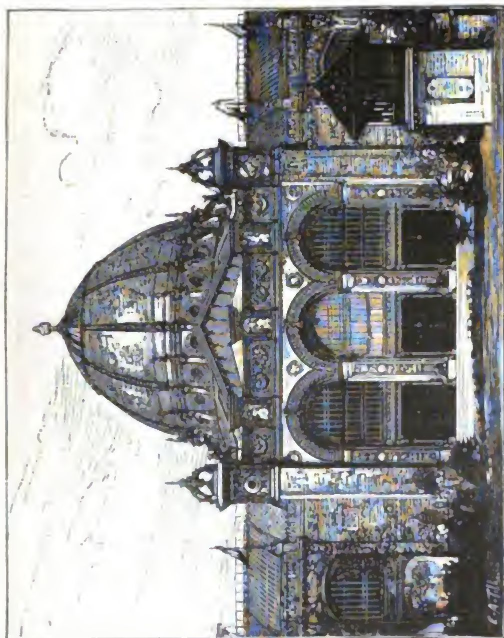


FIG. 231. — Porche central du Palais des Beaux-Arts.
Vue sur les jardins. — A droite, le Pavillon du Mécanicien chargé du fonctionnement des Fontaines lumineuses. (J.-C. Formigé, architecte.)

en terre cuite; on le croirait plein; enlevez les panneaux, et il ne reste plus qu'une poutre à treillis. Chaque pilier a pour chapiteau un grand écusson émaillé sur lequel sont placés les attributs des arts:

le compas, le maillet, la palette, etc., le tout enlacé de lauriers. Au-dessus du chapiteau, un couronnement en fonte sert de base aux mâts qui portent des bannières aux couleurs de France alternant avec les couleurs étrangères. Enfin, les coupoles sur plan carré des pavillons extrêmes ont 17 mètres de diamètre et sont constituées par quatre fuseaux de 9 mètres de hauteur. On a employé pour ces fuseaux 106 mètres carrés en terre émaillée couleur crême, bleu tendre, bleu foncé et jaune,



FIG. 235. — Façade du Palais des Beaux



...s. sur le jardin. (J.-C. Formigé, architecte.)

semée de points rouges. Le dessin de ces dômes rappelle un peu les tapis d'Orient.

Tout cet ensemble est très réussi; il est d'une richesse de bon aloi et d'une certaine sobriété de décoration qui fait un heureux contraste avec les ornements plus massifs et plus recherchés de quelques autres parties de l'Exposition.

Les deux palais ont été édifiés sur d'immenses terrasses qui dominent le jardin central et des massifs de fleurs rares; on y parvient par de larges escaliers en pierre; tout le

long des terrasses de plus de 200 mètres, sont alignés de superbes palmiers exposés par MM. Besson, de Nice. Tout le long de la promenade, sous les galeries extérieures, des restaurants, des cafés.

Le palais des Beaux-Arts, côté gauche, comprend l'exposition décennale de 1878 à 1889 et l'exposition rétrospective. Cette seconde catégorie se divise en deux sections : les œuvres d'art des musées et des palais nationaux, les œuvres d'art prêtées par les particuliers. On a découpé l'immense nef en une série de petits salons latéraux où l'on a groupé 1,589 toiles. Chaque artiste a son salon particulier. Sous la coupole on a installé l'exposition rétrospective; au rez-de-chaussée, la sculpture et l'architecture. La partie du palais la plus rapprochée de la Seine a été réservée aux sections étrangères.

Dans le palais des Arts libéraux, on a groupé les expositions afférentes au groupe II : Éducation, enseignement, imprimerie, librairie, reliure, arts du dessin, photographie, instruments de musique, médecine et chirurgie, instruments de précision, géographie et topographie, exposition du ministère de l'intérieur.

Le palais des Arts libéraux a dû aussi être distribué en compartiments et en sections distinctes. Le regard se serait perdu au milieu de ces grands espaces.

La nef et les côtés ont été subdivisés en pavillons successifs. L'un d'eux, le plus grand, a été installé de part et d'autre du dôme. Ici, comme aux Beaux-Arts, il a été consacré à une exposition rétrospective ; cette fois, à l'histoire rétrospective du travail. On a élevé une



Fig. 236. — Palais des Beaux-Arts.
Dôme et escalier central conduisant à l'Exposition de la Peinture du siècle.
(J.-C. Formigé, architecte.)

plate-forme qui se trouve de plain-pied avec les balcons du pourtour du palais ; on y arrive par quatre escaliers. Cette construction en bois de sapin, peint en vert sombre, a nécessité l'emploi de 1,200 stères de bois. Le portique en bois est l'œuvre de M. Sédille, architecte, chef du service des installations. Sur les côtés de cette construction, à l'intérieur, on a réuni tout ce qui concerne l'histoire des inventions ; on a reconstitué d'anciens cabinets de physique et de chimie, notamment celui de Lavoisier.

L'exposition rétrospective comprend les divisions suivantes : Sciences anthropologiques et ethnographiques ; arts libéraux ; arts et métiers ; moyens de transports ; arts militaires.

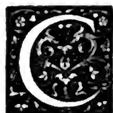
Telles sont dans l'ensemble les grandes lignes des bâtiments principaux de l'Exposition.

Nous avons esquissé rapidement les quatre grands palais du Champ-de-Mars. Nous aurons maintenant à examiner les services qui donnent la vie et le mouvement à l'Exposition : Service de la force motrice ; service des eaux et des fontaines ; service de l'éclairage électrique.

VII

SERVICE MÉCANIQUE

Service mécanique. — La force motrice à l'Exposition, — Chaudières et machines. — Les pavillons de la cour de la force motrice. — Souvenirs rétrospectifs. — Le service mécanique aux expositions antérieures. — En 1889. — Poids de vapeur fournie. — Les marchés avec les exposants. — Transmission de la force. — Les arbres. — Eau, vapeur et gaz. — Canalisations souterraines. — Les ascenseurs électriques et hydrauliques. — Les deux pylônes de la porte Rapp. — Les ponts roulants à traction électrique. — Emplacements des diverses industries mécaniques.



C'EST en 1855, au palais des Champs-Élysées, que, pour la première fois, on exposa des machines en mouvement. Ce fut un grand progrès. On juge mal le rôle et l'utilité d'une machine, d'un outil quelconque qui ne fonctionne pas; il faut le voir à l'œuvre, suivre le jeu de ses organes pour saisir le secret du mécanisme. Des engins inertes et immobiles ne disent rien à l'imagination. Bien autre est le spectacle qu'offrent des milliers de machines travaillant sans relâche ; elles meuvent leurs grands bras dans l'espace, frappent l'air, hurlent, grondent ou se taisent tour à tour. C'est par-

tout le bruit et la vie. Les outils appliquent leurs griffes pesantes dans le fer et le bronze, brisent ce qui résiste, plient, tordent, rongent le métal : la matière cède en rugissant. Le bout du doigt suffit pour gouverner ces forces effrayantes. Les machines hennissent et se soulèvent, puis règlent avec une ordonnance superbe leurs efforts et leurs mouvements. Un signe, et tous ces organes enchevêtrés s'arrêtent et retombent inertes ; le silence succède au bruit. On ne peut passer sans une certaine satisfaction orgueilleuse au milieu de ces esclaves de fer façonnés par l'homme et que l'homme a su plier si complètement à ses volontés. La plus petite révolte cependant ferait de nombreuses victimes. L'outil sort, avance, va et vient avec tant de douceur qu'il semble glisser dans du velours ; il caresse ses supports presque avec grâce ; mais souvent quelle caresse perfide ! Un bataillon dans un effort commun ne pourrait résister à cette main de fer ; l'outil l'entraînerait dans son étreinte placide et terrible, brisant tout, broyant la chair humaine. L'homme a vaincu, mais non sans payer de la vie plus d'une fois son triomphe ; en remontant dans le passé, on trouverait souvent, à côté des gouttes de sueur, des taches de sang.

Une galerie de machines comme celle de 1889, c'est en réalité la synthèse, l'histoire vivante des victoires industrielles accumulées par des découvertes et des labeurs séculaires.

Pour communiquer le mouvement à tous ces engins puissants, il faut des moteurs, et pour donner la force à des moteurs, il faut bien de la vapeur. Pour faire de la vapeur, on a besoin d'eau et de charbon, de



Fig. 238. — Vue générale intérieure du Palais des Machines avec les Transmissions de mouvement.

sorte que finalement toute l'activité déployée dans la galerie a pour origine unique l'eau et la houille. L'eau, elle est apportée dans nos fleuves par le soleil qui distille l'océan dans les régions tropicales, élève la vapeur dans l'atmosphère et en la laissant refroidir la laisse se précipiter sous forme de pluie à la surface du sol d'où elle gagne les rivières et les sources. La houille n'est-elle pas aussi un végétal fossile fabriqué par le soleil dans les temps géologiques et enfoui depuis des milliers de siècles dans la profondeur du globe !

Autrefois comme aujourd'hui, mais beaucoup plus vite, le soleil organisait la trame des végétaux; chacun de ses rayons groupait les éléments constitutifs de la plante. La chaleur absorbée par ce travail d'enfantement est restée emmagasinée dans ces végétaux d'un autre âge ; c'est elle qui maintient les molécules en contact, bien soudées, et qui est restituée quand on décompose la houille dans nos foyers. Ainsi s'est formé et conservé dans les assises terrestres ce capital de force que notre génération dépense tous les jours.

Chaque petit morceau de charbon jeté au feu rend à la liberté le rayon venu jadis des espaces célestes. Il résulte de là que nos moteurs fonctionnent avec de la chaleur empruntée à la nature primordiale, avec des rayons envoyés à la terre bien avant l'apparition de l'homme sur le globe. Il ne faudrait donc pas sourire si quelque esprit philosophique avançait que le soleil est bien réellement exposant et qu'il a sa part dans le grand effort qui se produit journellement au Champ-de-Mars.

Pendant que le soleil d'aujourd'hui travaille à l'ex-

térieur, dans le parc et les jardins, à faire pousser les arbres et les fleurs, le soleil d'autrefois travaille à l'intérieur du Palais à faire tourner nos machines.

Tout service d'installations mécaniques comporte donc les générateurs de vapeur, les machines motrices, les transmissions de mouvement, les canalisations de vapeur et d'eau froide. En 1889, comme précédemment, ce sont toujours les moteurs à vapeur qui règnent partout et commandent la marche de tous les outils. Les moteurs à gaz ou à air chaud n'ont que des emplois relativement secondaires. Cependant on construit couramment, de nos jours, des machines à gaz de 20 à 50 chevaux, souvent à deux cylindres accouplés, pour l'éclairage électrique. On a installé, dans la galerie des machines, un moteur à gaz de 100 chevaux. Il en existe un autre d'égale puissance sur la berge de la Seine, à gauche du pont d'Iéna.

Les installations de 1889 dépassent naturellement tout ce que l'on avait fait jusqu'à ce jour. En 1855, on n'avait eu besoin que de 8 générateurs à vapeur d'une force nominale de 350 chevaux; en 1867, il fallait déjà mettre à la disposition des exposants 25 chaudières alimentant 15 moteurs de la force totale de 626 chevaux; pour la première fois, on vit apparaître les moteurs à gaz au nombre de 5, fournissant au total 9 chevaux. Pour assurer l'eau aux chaudières et aux machines à condensation, on dut établir sur les berges de la Seine, en aval du Point-du-Jour, une usine élévatoire. L'usine de M. Thomas Scott, de Rouen, refoulait par jour, dans un réservoir situé à 15 mètres de hauteur au-dessus de l'étiage, et d'une capacité de 55 mètres cubes, un volume d'eau de 10,000 mè-

tres cubes, dont 8,700 pour les besoins mécaniques. Le réservoir ne faisait qu'office de régulateur de la pression. Les exposants de machines absorbaient une superficie de 42,350 mètres carrés.

Onze ans plus tard, en 1878, l'installation mécanique eut une bien autre importance. Il fallut livrer aux exposants environ trois fois plus de force motrice qu'en 1867, soit exactement 2,500 chevaux, répartis entre 41 machines motrices, 20 moteurs dans la grande galerie française, 11 locomobiles dans les annexes, en tout 1,700 chevaux, puis 10 moteurs dans la grande galerie étrangère, soit 800 chevaux. La vapeur fut fournie, côté français, par 5 groupes de chaudières et par les locomobiles; côté étranger, par 4 locomobiles. On produisit par jour 130,000 kilogammes de vapeur. L'eau nécessaire provenait du trop-plein du bassin inférieur de la grande cascade du Trocadéro. Ce trop-plein se trouve à 8 mètres au-dessus du sol du Champ-de-Mars; on faisait venir l'eau par deux conduites de 50 centimètres qui traversaient le pont d'Iéna et le parc, et contournaient tout le palais.

En 1889, le service des installations mécaniques a pris une extension considérable. M. Vigreux en a été chargé dès la fin de 1886 sous le contrôle d'un comité technique, présidé par M. Phillips, inspecteur général des mines, membre de l'Institut, avec MM. Haton de la Goupillière, de l'Institut, Camille Laurens et Duval comme vice-présidents. C'est une des organisations les plus importantes de l'Exposition.

Presque toutes les chaudières à vapeur ont été installées derrière le palais des Machines, dans une cour rectangulaire en face de l'École-Militaire. Cette cour

de la force motrice a 30 mètres de largeur et 170 mètres de longueur ; elle renferme, outre les générateurs, les ateliers Ducommun, des fours de boulanger et deux restaurants placés aux extrémités.

Les chaudières occupent une surface totale, avec leurs bâtiments d'abri, de 1,600 mètres carrés. On compte 11 fournisseurs de vapeur ; on les a répartis en sept groupes, en partant de l'avenue de Suffren : 1° MM. Fontaine (de Lille) et Dulac (de Paris) ; 2° Compagnie de Fives-Lille et MM. Weyher et Richemond ; 3° MM. Belleville ; 4° MM. de Naeyer (de Willebrock, Belgique) ; 5° MM. Daydé et Pillé (de Creil) et Roser (de Saint-Denis) ; 6° MM. Babcock et Vilcox (de Glascow), Conrad Knap (de Londres) ; 7° MM. Davey Paxman et Cᵉ (de Colchester). Ces derniers, fournisseurs du 7ᵉ groupe, ont logé leurs générateurs de l'autre côté du palais, dans la cour qui sépare les machines de l'exposition des industries diverses. Ce groupe dessert pour une partie la galerie des Machines, pour l'autre la station de production de la lumière électrique de la Société Gramme.

Les seuls fournisseurs des six groupes de la cour de la force motrice doivent livrer près de 50,000 kilogrammes de vapeur par heure, c'est-à-dire vaporiser 50 mètres cubes d'eau. Dans ce chiffre, les deux exposants anglais et l'exposant belge figurent pour 23,000 kilogrammes environ.

Voici les conditions du contrat. L'administration de l'Exposition payera pour 1,000 kilogrammes à l'heure, soit 7,800 kilogrammes par journée de sept heures, soit pour 180 jours, durée normale de l'Exposition, 8,500 francs ; pour 1,000 kilogrammes supplémentaires

à l'heure, 3 francs, et dans ce cas, pour main-d'œuvre aussi supplémentaire, 3 francs, soit 6 francs au total;

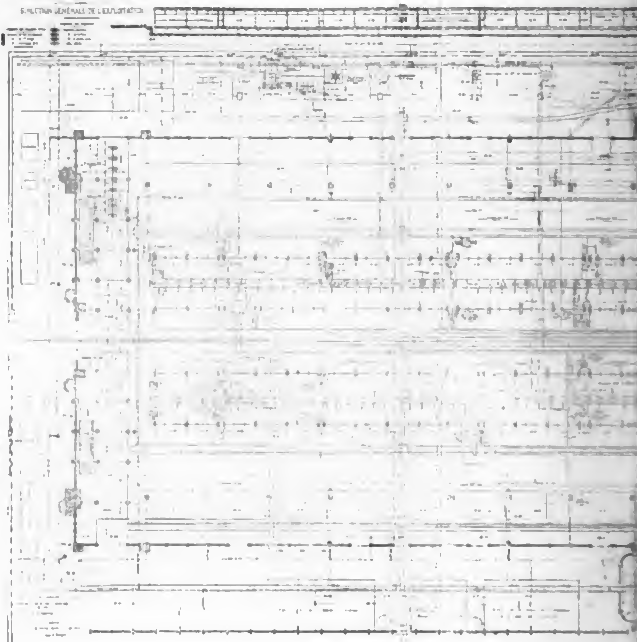
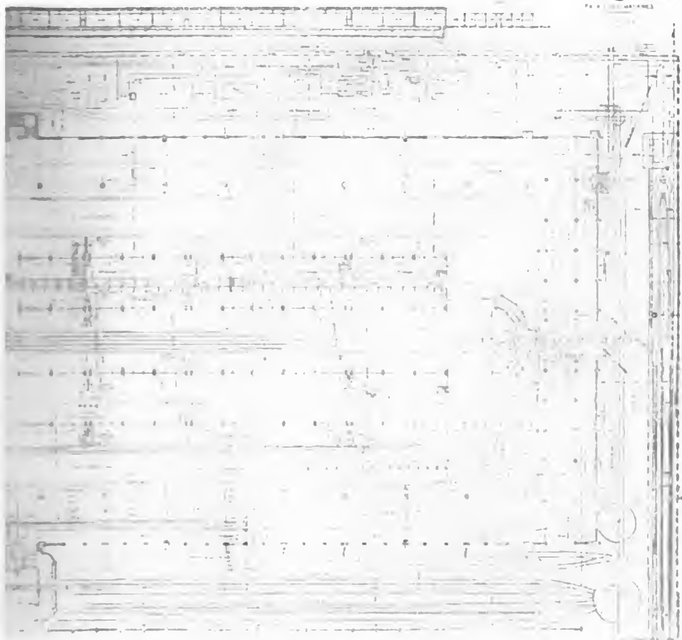


Fig. 239. — Installations mécaniques dans le Palais d
Plan dressé par le chef du serv

pour supplément en cas de prolongation de l'Exposition, seulement 5 francs de l'heure.

Les moteurs qui font partie de ce service sont au

nombre de 32; ils sont répartis selon les besoins dans le palais des Machines. Cependant, on n'a pu grouper



lachines. Canalisation générale des Eaux et de la Vapeur.
›écanique et électrique (L. Vigreux).

tous les outils en mouvement dans le palais ; on en a placé aussi le long du quai d'Orsay dans les galeries de l'agriculture. Néanmoins, les machines agricoles

du quai d'Orsay sont mises en rotation par les moteurs du palais à l'aide d'une transmission électrique. Le moteur fait tourner sur place une dynamo qui engendre le courant électrique. Celui-ci passe par un fil conducteur en cuivre jusqu'aux galeries de l'agriculture et actionne une seconde dynamo qui met les instruments agricoles en mouvement.

28 moteurs sont réservés à la mise en marche des transmissions mécaniques du palais ; 3 autres font tourner aussi des outils dans le palais ; un dernier est affecté au transport de la force jusqu'au quai d'Orsay. Les 32 machines motrices sont fournies par 31 exposants dont 1 Anglais, 2 Belges, 4 Suisses, 1 Alsacien-Lorrain et 2 Américains. Les deux exposants des États-Unis fournissent la force, bien entendu, à la section américaine. Tous ces moteurs appartiennent généralement aux types Corliss, Sulzer et Wheelock, ou sont du type Compound. Cependant le système Woolf et le type pilon sont représentés. Une seule machine de 600 chevaux, celle de M. Casse, est à balancier avec un dispositif spécial qui remplace les articulations par un axe de rotation oscillant (genre balancier Olivier Evans). Tous ces moteurs ont depuis 50, 60, 75, 80, 100 chevaux jusqu'à 150, 200, 300, 350 et 600 chevaux. Au total, ils pourraient donner 5,500 chevaux-vapeur (1). Il est peu probable que l'on exige d'elle plus de 2,600 chevaux ; nous voilà loin des 626 chevaux de 1867. Et cependant ce n'est pas là une puissance mécanique bien énorme, puisque l'on sait

(1) Nous ne comprenons pas dans ce chiffre les moteurs de certains pavillons, de plusieurs stations d'électricité, des pompes et machines élévatoires, des ascenseurs de la tour Eiffel, etc.

que nos grands bâtiments de guerre emploient pour leur propulsion 10,000 et même 12,000 chevaux vapeur.

Les fournisseurs de force motrice reçoivent la vapeur gratuitement et l'administration leur donne par cheval effectif, à raison de sept heures de marche par jour et pour 180 jours, 40 francs; par cheval supplémentaire, 0 fr. 32; par cheval et par heure supplémentaire, en dehors des heures réglementaires de marche, y compris la main-d'œuvre, 2 francs; et pour graissage et essuyage, 0 fr. 032. En cas de prolongation de l'Exposition, par cheval-heure, 5 centimes (1).

On sait bien que, pour qu'un moteur distribue le mouvement à plusieurs outils ou appareils, on a recours à une transmission. Tous ceux qui ont eu l'occasion de pénétrer dans un atelier ont vu tourner des arbres ou axes de transmission. Le mouvement du moteur est transmis au moyen d'une courroie à une poulie fixée sur l'arbre; la courroie tourne entraînant la poulie, et la poulie agissant sur l'arbre à son tour, on peut prendre de la force sur cet arbre dans toutes les parties de l'atelier. Il suffit, en effet, de fixer sur l'axe une poulie, puis de la relier à l'outil par une courroie.

L'arbre tournant communique son mouvement à

(1) Les exposants de machines motrices, au nombre de 31, sont MM. Berendorf, Berger André, Biétrix, Boulet, Brasseur, Buffaud et Robatel, Carels, Casse, Chaligny, Douane-Jobin, Schneider et Cie, Davey-Paxman (2 moteurs), Escher et Wyss, Société de Fives-Lille, L'Horme, anciens établissements Cail, Lecouteux et Garnier, Olry, Grandemange et Coulanghon, Société d'Oerlikon, Powel, Société Alsacienne, Société du Phénix, Sulzer, ateliers de Vierzon, Weyher et Richemond, Wendsor, Société de Winterthur, Société de construction d'Anzin, Sweet, Brown, Darblay.

l'outil, comme précédemment le moteur avait lui-même mis en rotation l'arbre. Partout où circule cet axe rotatif, on a une prise de force. A l'Exposition, on a installé quatre lignes d'arbres allant d'un bout à l'autre du palais : deux de chaque côté du promenoir central. Ces arbres tournants distribuent partout, sur leur passage, la puissance motrice aux machines et aux outils. En 1855, les arbres de transmission avaient 480 mètres de développement ; en 1867, 731 mètres, et ils tournaient à 100 tours par minute. En 1878, la longueur des arbres atteignait au total 2,176 mètres, y compris les transmissions souterraines ; ils tournaient à 120 tours. Les galeries étaient très longues et les machines assez disséminées. En 1889, tout a été plus condensé ; la longueur totale des quatre lignes d'arbres dans le palais est seulement de 1,350 mètres.

Ces quatre lignes d'arbres sont supportées par de doubles colonnes en fonte consolidées par une croix de Saint-André ; ces colonnes sont au nombre de 148, distantes en moyenne de $11^{m},20$, excepté aux points où l'on prend la force ; là l'écartement est réduit à $3^{m},70$ ou même $1^{m},80$, et les supports sont doubles. Les arbres sont encore soutenus par des chaises pendantes, en fer, fixées aux longues poutres à treillis qui relient tous les supports à leur partie supérieure.

Les arbres de couche ont un diamètre de 90 millimètres dans les travées courantes, et de 140 millimètres aux points d'attaque ; leur force de résistance a été calculée de façon à pouvoir transmettre 75 chevaux par travée de 11 mètres ; on est loin de les soumettre à un pareil effort ; c'est tout au plus si les machines qui travailleront en grande partie à vide développeront

2 chevaux par mètre courant d'arbre de couche. Les sections afférentes à chaque moteur sont très variables ; les longueurs d'arbres attribuées varient depuis 22 mètres jusqu'à 56 mètres. Elles sont au nombre de 28, correspondant aux 28 moteurs qui les commandent. Chaque section ou tronçon peut d'ailleurs être relié au suivant par des manchons pour que, en cas d'arrêt fortuit d'un moteur, la transmission ne cesse pas de tourner.

La hauteur des arbres au-dessus du plancher est de 4^{m},50 ; ils tournent à 150 tours par minute.

De chaque côté de la nef, les deux lignes d'arbres parallèles sont espacées de 18 mètres ; on a groupé entre ces lignes, sur le plancher, toutes les machines et outils dont la hauteur est inférieure à 6^{m},80 ; les appareils plus élevés ont été placés latéralement en dehors des lignes de transmission.

Il existe encore dans le palais quatre transmissions secondaires, indépendantes des transmissions principales. Ce sont celles que commandent les machines motrices des classes 50 et 55, des procédés des usines agricoles et des industries alimentaires, et des procédés de tissage. Elles ont seulement 25 mètres de développement. Dans la classe 54, filature et corderie, la Société alsacienne de Mulhouse a établi à ses frais une transmission de 61 mètres, très légère, avec 19 supports en fers plats et cornières.

Enfin, au quai d'Orsay, les galeries de l'agriculture sont desservies par une transmission de 206 mètres de longueur. L'arbre courant n'a que 55 millimètres de diamètre ; il est actionné par la dynamo que met en mouvement, à distance, par un fil télégraphique, la machine motrice de M. Brasseur, installée dans le pa-

lais des Machines. En sorte qu'au total, toutes ces



Fig. 210. — Vue intérieure avec les Machines en Mouvement.

transmissions réunies et mises bout à bout finissent par donner une longueur d'arbres de couche de 1,672,22.

Onze fournisseurs ont posé ces arbres. L'adminis-

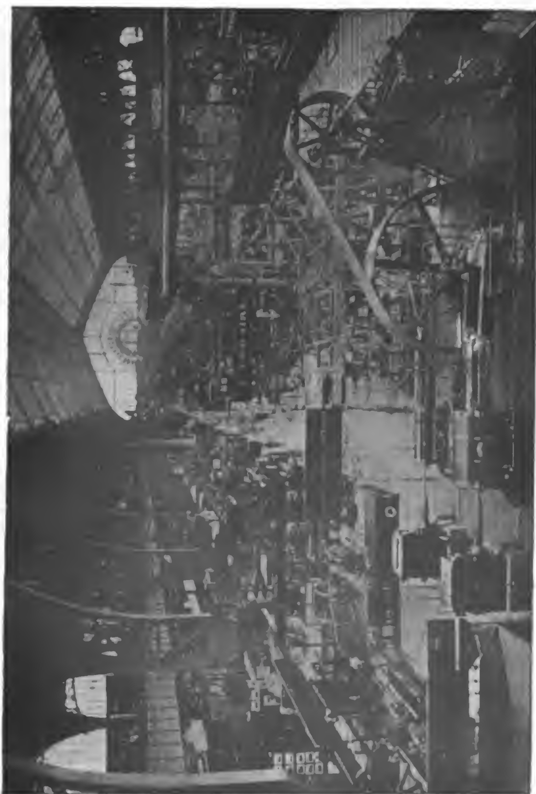


Fig. 211. — Vue intérieure avec les Machines en Mouvement.

tration leur paye par journée normale de sept heures et pour 180 jours, par mètre courant, tout compris,

graissage et surveillance, 64 francs. Pour fourniture supplémentaire au delà de sept heures par jour, 4 centimes du mètre courant; pour fourniture supplémentaire, en cas de prolongation, par journée de sept heures et par mètre courant, 40 centimes.

Les chaises pendantes du support, les poutres à treillis de liaison ont été posées par les constructeurs des ponts roulants du palais.

Après les machines motrices et les transmissions, les canalisations de vapeur, d'eau froide, d'eau chaude et de condensation, de gaz! Il fallait pourvoir les chaudières d'eau, les machines de vapeur, assurer l'évacuation des eaux ayant servi à condenser la vapeur, fournir du gaz aux moteurs à gaz. Ce service spécial a nécessité des travaux importants. On a construit dans le palais deux grandes galeries longitudinales.

La première, la principale, court en ligne droite sous terre au milieu des deux rangées d'arbres du palais, côté de la cour de la force motrice. Elle a 350 mètres de longueur. Cette galerie souterraine à plein cintre a une hauteur de $1^m,90$ et une largeur de $2^m,40$; elle loge trois tuyaux dont deux de 60 centimètres de diamètre, pour la vapeur, l'eau froide et l'eau de condensation. La seconde galerie est située, au contraire, du côté opposé, également entre les deux rangées d'arbres; seulement, elle n'a que 179 mètres de longueur; elle commence à la rue centrale du vestibule d'entrée et se termine à l'extrémité du palais, vers l'avenue La Bourdonnais; cette seconde galerie n'a qu'une hauteur de $1^m,70$ et 2 mètres de largeur. Les trois tuyaux qu'elle contient n'ont que 40 centimètres de diamètre.

La voûte de ces égouts est pourvue, de 4m,30 en 4m,30, d'ouvertures rectangulaires de 80 centimètres dans le sens longitudinal. C'est par ces ouvertures que vont aux machines motrices les tuyaux de vapeur et d'eau et le tuyau d'évacuation d'eau chaude. En outre, des galeries souterraines transversales ont été ménagées de place en place; elles communiquent avec les deux galeries longitudinales et commencent à la cour extérieure de la force motrice.

Elles apportent l'eau froide aux chaudières, et réciproquement la vapeur aux tuyaux de la galerie longitudinale. On compte six de ces galeries transversales partageant le palais en six groupes isolés desservant chaque section de force motrice. Enfin, la jonction entre ces galeries transversales et les 30 machines en marche réparties dans l'édifice est établie par des galeries en maçonnerie ou même par des caniveaux en bois.

Les longueurs totales de ces constructions souterraines sont de 529 mètres pour les deux égouts longitudinaux, et de 470 mètres pour les six galeries transversales.

L'eau froide parvient au palais par une conduite en fonte de 60 centimètres longeant l'avenue Suffren et venant du quai. L'eau est puisée par deux machines élévatoires en aval du pont d'Iéna. Nous reviendrons sur cette installation en parlant du service des eaux. L'eau chaude de condensation est évacuée par une conduite semblable et parallèle à la première; elle est portée jusqu'à la Seine.

Il existe encore une autre canalisation, celle du gaz. La lumière électrique n'éclaire le palais des Machines

que jusqu'à onze heures du soir. Pour le service de nuit très réduit, on utilise exclusivement le gaz; on en avait d'ailleurs encore besoin pour alimenter pendant le jour et pendant la soirée les moteurs à gaz. Cette canalisation a un développement de 1 kilomètre; elle forme un grand rectangle dont le plus grand côté a 380 mètres, en suivant les quatre côtés du palais et cheminant un peu en avant des pieds-droits des grandes fermes. Les tuyaux sont en tôle bitumée de 20 centimètres; sur les points où cette canalisation coupe les galeries souterraines des tuyaux de vapeur, on a remplacé les tuyaux de tôle bitumée par des tuyaux de fonte avec une gaine de fonte pour assurer un isolement bien complet, de peur que la chaleur ne fasse fondre le bitume. Sur ces tuyaux principaux s'embranchent des conduites de différents diamètres, depuis 9 jusqu'à 15 centimètres. Le gaz est envoyé dans ce réseau par deux conduites, l'une longeant l'avenue de Suffren et aboutissant à l'usine de Grenelle, l'autre suivant l'avenue de La Bourdonnais et en relation avec le réseau de la ville. La pression moyenne de ces conduites est de $0^{m},073$ d'eau.

L'administration paye 20 centimes le mètre cube de gaz, et elle donne gratuitement à chacun des exposants sa force motrice. On a disposé deux grands compteurs de 1,500 becs sous chacun des escaliers. On a admis une consommation moyenne de 400 mètres cubes à l'heure. Les moteurs à gaz absorbent environ 300 mètres cubes; ils fournissent 300 chevaux (en 1867, 9 chevaux) utilisés à la mise en marche de machines électriques et de machines-outils. La canalisation générale pour le gaz au Champ-de-Mars est d'environ 6,000 mètres cubes.

Complétons ces détails par quelques lignes sur les ascenseurs et les ponts roulants. On a installé 4 ascenseurs. On en a établi un dans le pylône de droite de la façade principale, avenue de La Bourdonnais; il élève les visiteurs sur la plate-forme supérieure de ce pylône,



FIG. 242. — Entrée principale avenue de La Bourdonnais. Palais des Machines.

à 46 mètres de hauteur. Il est électrique, c'est-à-dire mû par une dynamo installée dans le campanile du pylône. La cabine monte 8 personnes à la fois. C'est l'ascenseur Chrétien.

M. Samain a construit deux petits ascenseurs hydrauliques placés de chaque côté de l'escalier qui conduit du vestibule de la grande rue centrale du palais des Industries diverses au premier étage de la galerie. Ces

appareils montent les visiteurs du rez-de-chaussée au premier étage. Chaque cabine donne place à 10 personnes à la fois. Chacun de ces deux ascenseurs est d'un modèle particulier : l'un avec puits, l'autre sans puits; leur course commune est de 8 mètres; ils emploient l'eau de la ville sous une pression de 40 mètres.

Enfin, un ascenseur hydraulique Edoux est installé contre le palier du grand escalier qui termine le palais, côté avenue de Suffren. Il élève les curieux à environ 35 mètres au-dessus du plancher.

Les moyens ne manquent pas, comme on voit, pour plonger le regard dans toutes les parties du palais de M. Dutert. On a ajouté encore un observatoire mobile : les ponts roulants qui rendent des services aux visiteurs fatigués ou à ceux qui veulent jeter un coup d'œil d'ensemble sur les diverses expositions du palais des Machines. Ces ponts roulants, il faut l'ajouter, du reste, n'ont pas été construits uniquement pour transporter le public; on les avait, on les a gardés; ils ont servi très efficacement à la manutention pendant l'aménagement de la construction, et ils serviront après l'Exposition, quand il s'agira de démonter les machines et de les transporter hors du palais.

Ils sont respectivement établis sur les deux longues poutres à treillis qui relient les supports des arbres de couche; ils ont donc 18 mètres de largeur ; ils roulent sur des rails posés sur les poutres le long d'un parcours d'environ 400 mètres. Ces grandes plates-formes se déplacent lentement pour donner aux visiteurs le temps de voir; elles progressent d'à peu près un mètre par seconde; elles accomplissent leur trajet

d'une extrémité à l'autre en onze minutes. On parvient aux ponts roulants, à environ 7 mètres de hauteur, par des escaliers disposés à chaque extrémité du palais. Chaque plate-forme mesure 100 mètres cubes, dont 90 mètres cubes sont libres et peuvent aisément donner place à 150 personnes.

Chacun de ces ponts est mû par un transport électrique de force. Une dynamo placée sur le pont actionne le mécanisme qui fait tourner les roues. Le courant électrique est pris tout le long des poutres de support à treillis et envoyé par un fil conducteur de la cour de la force motrice. Les entrepreneurs, MM. Bon et Lustrement, d'une part, et de l'autre MM. Mégy, Echeverria et Bazan, ont installé dans cette cour la chaudière, le moteur et la dynamo qui produisent le courant. Comme ils ont fourni les poutres à treillis et les chaises pendantes à un prix très bas, ils ont été autorisés à percevoir un droit sur les opérations de manutention et sur le transport des visiteurs.

Les deux ponts, bien qu'ayant le même aspect, diffèrent au point de vue du mécanisme. MM. Bon et Lustrement transmettent tous les mouvements par friction plate et cônes de friction, vis sans fin et engrenages. La réceptrice est une dynamo Gramme alimentée par un courant de 29 ampères et 220 volts. Sur le pont Mégy, toutes les manœuvres s'opèrent par le jeu de systèmes d'engrenages commandés par une réceptrice Miot.

En définitive, que l'on se serve de ses jambes, des escaliers, des ascenseurs ou des ponts roulants, on trouve groupées les diverses expositions de la galerie des Machines dans l'ordre suivant, à partir de l'avenue de Suffren :

Côté droit, première moitié du palais : génie civil, arts céramiques, fabrication des objets mobiliers, mécanique générale ; seconde moitié du palais : électri-

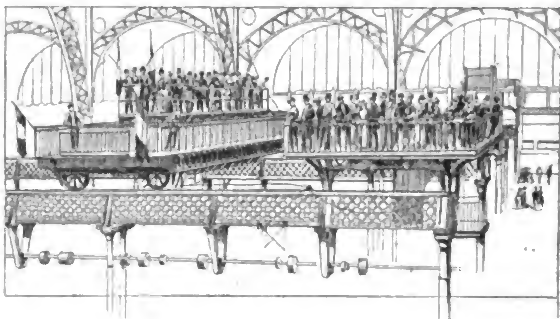


Fig. 243. — Pont roulant dans la Galerie des Machines.

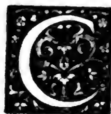
cité, usines agricoles, mines et métallurgie, imprimerie et papeterie, machines à imprimer.

Côté gauche, première moitié du palais : matériel des chemins de fer, tissage, filature, machines diverses machines-outils ; deuxième moitié du palais : expositions mécaniques, Suisse, Belgique, États-Unis, exposition Edison, Angleterre.

VIII

SERVICE HYDRAULIQUE

Service des eaux aux expositions précédentes. — Les installations de 1889. — Service à basse pression pour les machines et les chaudières. — Les deux usines hydrauliques de la berge. — Réservoir régulateur de pression. — Indicateur de niveau. — Distribution principale dans l'enceinte. — Les eaux de la ville de Paris à l'Exposition. — Service à basse pression : les eaux puisées à Javel. — Service à haute pression : les eaux du réservoir de Villejuif. — Alimentation des restaurants. — Les eaux de la Vanne. — Les eaux des fontaines.



C'EST une entreprise importante que celle d'alimenter d'eau une Exposition Universelle, lorsque surtout son enceinte s'étend sur une superficie de 80 hectares. Il faut de l'eau pour les machines, pour les chaudières, pour les lacs, les fontaines et les rivières; de l'eau pour les ascenseurs, pour les bouches d'incendie; de l'eau potable pour la consommation.

On a élevé en réalité toute une grande ville que l'on a construite sur l'emplacement du Champ-de-Mars, des quais et de l'esplanade des Invalides, une ville d'au moins 35,000 âmes. Entendons-nous bien encore : population permanente, 35,000 âmes. Mais la popula-

tion passagère atteint une moyenne d'au moins 112,000 personnes et peut, comme on l'a déjà vu, dépasser 350,000 visiteurs. La question de l'eau a donc une importance exceptionnelle, et il a fallu créer une dis-



FIG. 245. — Vue panoramique prise du

1. Pont de Passy. — 2. Gare du Champ-de-Mars. — 3. Bois de Boulogne. — 4. Le
8. Pont d'Iéna. — 9. P

tribution avec usine hydraulique absolument comme pour une grande ville industrielle.

En 1867, on avait considéré comme suffisante la distribution de 10,000 mètres cubes par jour, ainsi réparti : 3,500 mètres cubes pour l'arrosage, les bouches d'incendie, les fontaines; 1,000 mètres cubes pour les besoins de la population évalués à 10 litres

par personne, et correspondant à peu près à ceux d'une ville de 100,000 âmes ; enfin, 4,000 mètres cubes pour les machines.

En 1878, on a tout établi sur une échelle bien autre-



age de la Tour Eiffel, côté du Trocadéro.
ile (Reconstitution). — 5. Mont-Valérien. — 6. Pavillon des Forêts. — 7. Trocadéro.
on des Travaux publics.

ment vaste. Au lieu de 10,000 mètres cubes par jour, on s'approvisionna pour un débit de 35,000 mètres cubes, que l'on pouvait même porter à 40,000. C'était beaucoup. Le service fut partagé en deux parties : distribution à haute pression, distribution à basse pression.

L'eau est dite à haute pression quand elle arrive

de niveaux élevés; comme elle tend toujours à remonter à sa hauteur primitive, il va de soi qu'elle sort des tuyaux avec force et peut fournir des jets de grande amplitude. L'eau est dite au contraire à basse pression quand elle provient de niveaux relativement bas; elle s'écoule alors avec une vitesse réduite et ne peut s'élever au-dessus du sol qu'à une petite hauteur (1).

La distribution à haute pression fixée à 15,000 mètres par jour assura le volume d'eau nécessaire aux jardins, aux palais, aux bouches d'incendie, à l'alimentation des fontaines, jets d'eau du bassin inférieur du Trocadéro, fonctionnement des monte-charges, appareils hydrauliques, etc. Cette distribution à haute pression avait son point de départ sur la hauteur de Passy, dans un des réservoirs mis par la Ville à la disposition de la Compagnie générale des eaux pour la durée de l'Exposition. On avait installé sur le quai de Billy, près du pont d'Iéna, deux puissantes machines Lecouteux et Garnier et Lebrun, de 350 chevaux chacune, qui refoulaient l'eau de Seine jusqu'à ce grand bassin d'approvisionnement par une conduite maîtresse de 60 centimètres. L'eau du réservoir redescendait ensuite alimenter la cascade, les jets d'eau du Trocadéro, puis, par une autre grosse conduite de 60 centimètres, traversait le pont d'Iéna pour parvenir au palais; elle était envoyée de là par deux branches latérales à droite et à gauche de l'édifice. La différence de niveau entre le sol du Champ-de-Mars et le réser-

(1) La pression de l'eau dépend uniquement de la charge qui se trouve au-dessus de l'orifice d'écoulement. La vitesse à la sortie du tuyau est proportionnelle à la racine carrée de la hauteur d'eau comprise entre le réservoir d'alimentation et l'orifice de sortie.

voir de Passy étant d'environ 35 mètres, on avait de l'eau sous une pression supérieure à 2 atmosphères, pertes de charge comprises.

La distribution à basse pression avait au contraire son origine dans le bassin inférieur de la cascade du Trocadéro. L'eau sous pression, après avoir servi à la cascade, était reprise par deux conduites de 50 centimètres qui traversaient aussi le pont d'Iéna et envoyaient des branches tout autour du palais pour desservir les chaudières. L'eau des restaurants et des fontaines Wallace était fournie par une canalisation spéciale d'eau de la Vanne.

Le plan adopté en 1889 est un peu différent. On a d'ailleurs subdivisé aussi, nécessairement, le service en distributions à basse et à haute pression. Le service des eaux, qui avait été confié en 1878 à la Compagnie générale, a été installé en 1889 par l'administration elle-même ; il a été rattaché à la direction des travaux, et placé sous les ordres de M. Bechmann, ingénieur en chef des ponts et chaussées et ingénieur en chef des eaux de la Ville. Ce service a pour but de pourvoir à la consommation des cafés et restaurants, au nettoyage des salles, aux secours d'incendie, à l'arrosage des jardins, à l'alimentation des fontaines, jets d'eau, rivières, à l'alimentation des chaudières et des machines motrices.

Le service mécanique de l'Exposition a gardé dans ses attributions, sauf pour la pose des canalisations, l'alimentation des machines et des chaudières. C'est un premier service à basse pression.

L'eau ne parvient aux machines qu'après être descendue seulement d'une hauteur d'environ 14 mètres.

Cette installation a fait l'objet d'études suivies dès 1888. On a décidé de prendre l'eau en Seine et de la conduire jusqu'à la galerie des Machines. En conséquence, sur la berge côté de l'avenue de Suffren, on a établi

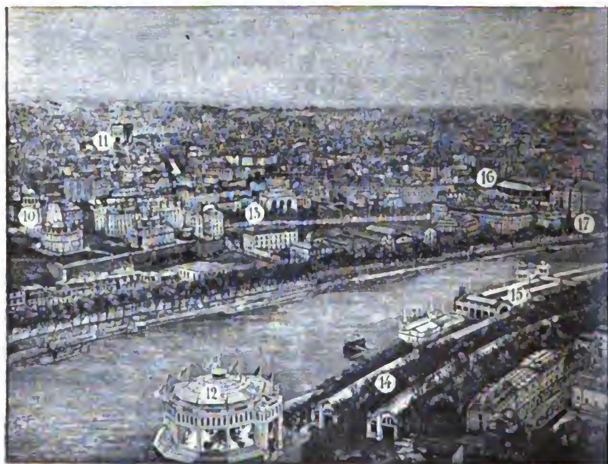


Fig. 246. — Vue panoramique prise d

10. Musée Guimet. — **11**. Arc de Triomphe. — **12**. Pavillon des Transatlantiques. — **13** podrome. — **17**. Pompes de Passy. — **18**. Palais du Portugal. — **19**. Pont et Passer l'Industrie. — **23**. Madeleine et Opéra. — **24**. Pont des Invalides. — **25**. Place de la

deux usines élévatoires qui sont édifiées l'une près de l'autre. La première a été installée par MM. de Quillacq et Meunier ; la seconde, par la compagnie Worthington. Chacun de ces fournisseurs a monté dans son usine un moteur de 65 chevaux, force nécessaire pour l'aspiration et le refoulement de l'eau. L'élévation des

eaux de la Seine sur ce point absorbe donc 130 chevaux.

La prise d'eau se trouve à 157 mètres en aval du pont d'Iéna, au bord du nouveau quai construit par le service de la navigation. C'est une chambre maçonnée,



e étage de la Tour Eiffel, côté de Paris.

usée Galliera. — **14**. Pavillon de l'Agriculture. — **15**. Palais de l'Alimentation. — **16**. Hip- de l'Alma. — **20**. Rue de l'Université. — **21**. Sacré-Cœur à Montmartre. — **22**. Palais de corde. Obélisque. Jardin des Tuileries. — **26**. Esplanade des Invalides.

fermée par une grille de $1^m,50$ de longueur au milieu de laquelle est placé le tuyau d'aspiration de 60 centimètres de diamètre. Ce tuyau principal est mis en relation avec chaque usine par une branche de dérivation. La hauteur d'aspiration des pompes au-dessus de la Seine est d'environ 4 mètres. Chaque usine élève

par seconde 220 litres d'eau, soit 440 litres au total, et par conséquent le volume fort respectable par heure de 1,584,000 litres ou de 15,840 mètres cubes par journée de dix heures.

On ne pouvait songer, en présence d'un pareil débit, rendu indispensable par la consommation des machines, à établir pour la seule durée de l'Exposition un réservoir capable d'emmagasiner toute cette eau. L'emmagasinement n'est d'ailleurs essentiel que dans les installations définitives, pour parer à l'imprévu, à un chômage des machines. On s'est contenté de construire un réservoir en tôle simplement destiné à régulariser la pression.

La pression doit être uniforme dans la canalisation pour plusieurs raisons, et notamment pour assurer un débit constant et éviter les variations de vitesse dans les conduites. On obtient la constance en maintenant toujours la même hauteur d'eau dans le réservoir. L'eau puisée ne fait que traverser ce réservoir et s'en va dans la canalisation, sous une charge invariable qui est la hauteur d'eau qu'on lui maintient dans ce réservoir. Et par cela même, elle circule sous une pression constante. Ce réservoir a été construit par M. Durenne, de Courbevoie ; il est cylindrique à fond sphérique ; il a une capacité de 180 mètres cubes. On l'a placé sur un pylône en fer contre le parapet du quai d'Orsay, exactement dans l'axe de l'avenue de Suffren.

La charge sur les fondations du réservoir se répartit ainsi : eau, 180,000 kilogrammes ; réservoir en tôle, 5,200 kilogrammes ; pylône en fer, 11,500 kilogrammes ; massif béton, 37,560 kilogrammes ; au total, 234,260 kilogrammes, soit $0^{kg},78$ par centimètre carré.

Il ne faut pas, nous l'avons vu, pour assurer l'égalité de pression dans les conduites, que la hauteur d'eau varie sensiblement dans le réservoir. On a autorisé seulement un écart de 1,20 sur le volume d'eau moyen adopté. Aussi, pour se renseigner sur le niveau, a-t-on disposé à l'intérieur l'hydrométrographe de M. Parenthou, qui fait connaître dans les deux usines, et d'une manière continue, soit par un inscripteur, soit par un indicateur à cadran, le niveau atteint par l'eau ; on peut par conséquent modifier à volonté l'allure des moteurs et des pompes. Le système Parenthou est d'ailleurs bien simple. Le niveau de l'eau est accusé comme d'habitude par un flotteur. Chaque oscillation du flotteur donne passage à un courant électrique qui va actionner l'aiguille de l'indicateur à cadran placé dans l'usine ; d'un coup d'œil le mécanicien voit ce qui se passe dans le réservoir. Le trop-plein de ce réservoir se trouve à 15 mètres au-dessus de la Seine.

L'eau puisée par les pompes, à une moyenne de 4 mètres au-dessous des machines, est refoulée ensuite dans le réservoir à une hauteur d'environ 15 mètres. Les tuyaux d'aspiration et de refoulement ont ensemble une longueur de 140 mètres. L'usine de MM. de Quillacq et Meunier comporte une pompe horizontale à double effet, commandée directement par un moteur à vapeur horizontal, soit un ensemble identique à chacun des deux systèmes installés pour la ville de Paris, à Theil, près de Sens, dans la vallée de la Vanne, par les mêmes constructeurs et qui fournissent chacun 225 litres par seconde à 20 mètres de hauteur, en marchant à la vitesse de 30 tours à la mi-

nute. On a en quelque sorte copié cette installation sur la berge du quai d'Orsay, et avec raison, puisqu'elle avait fait ses preuves.

La chaudière est du système multitubulaire Collet



Fig. 247. — Vue panoramique prise du 2e ét

27. Église de Sainte-Clotilde. — **28**. Avenue de La Bourdonnais. — **29**. Notre-Dame et Sa Sulpice. — **33**. Panthéon. — **34**. Pavillon Est de la Ville de Paris. — **35**. Puits artésie — **38**. Galerie des Arts Libéraux.

et peut vaporiser 1,200 kilogrammes à l'heure.

L'usine de la compagnie Worthington comprend également une machine à vapeur avec pompe à double effet à action directe, d'un type très répandu en Amérique et qui commence à se propager en Europe. La chaudière est du type Babcock et Wilcox. On recon-

naît de loin l'emplacement des usines du service des eaux, à la cheminée de 15 mètres de hauteur qui s'élève le long de la berge de la Seine.

Enfin, l'eau sortant du réservoir régulateur de pres-



ge de la Tour Eiffel, côté de l'École-Militaire.

ste-Chapelle. — **30**. Dôme et Galerie des Beaux-Arts. — **31**. Invalides. — **32**. Église de Saint-
. — **36**. Galerie des Machines — **37**. Dôme central. — **34**. Pavillon Ouest de la Ville de Paris

sion descend par une maîtresse conduite en fonte de 60 centimètres d'ouverture placée en bordure du trottoir le long de l'avenue de Suffren jusqu'au palais des Machines qu'elle traverse d'une extrémité à l'autre ; elle est distribuée, comme nous l'avons expliqué précédemment, aux chaudières de la cour intérieure et

aux divers moteurs du service mécanique. Ainsi se trouve assurée l'arrivée de l'eau aux machines, par cette distribution d'eau directement puisée en Seine.

Cette installation est toute spéciale. Pour les autres besoins de l'Exposition, on a eu tout bonnement recours à l'eau de la ville. On a relié la canalisation établie au Champ-de-Mars à la distribution générale de Paris, au moyen de tuyaux de 60, 50 et 40 centimètres, munis de compteurs de gros calibre. Ici encore nous retrouvons un second service d'eau à basse pression et une distribution à haute pression.

Par une convention passée avec l'administration de l'Exposition, la Ville a consenti à livrer à titre gratuit l'eau du fleuve à basse pression pour l'arrosage des pelouses et des allées, et au prix de revient l'eau de source et l'eau de rivière à haute pression. L'eau à haute pression coûte toujours plus cher que l'eau à basse pression, puisqu'il faut ou aller la chercher à des niveaux élevés, et, par suite, l'amener de très loin, ou la monter sur place dans des réservoirs établis sur des hauteurs. Naturellement, dans le premier cas, la canalisation est dispendieuse, et, dans le second cas, le travail d'élévation absorbe de la houille et nécessite des usines coûteuses. En concédant l'eau à haute pression au prix de revient, la Ville a simplement récupéré les dépenses d'élévation des eaux de la Seine dans le réservoir de haute altitude.

En outre, elle s'est engagée à reprendre en 1890 les tuyaux, pièces de fonte et appareils qui auront servi à l'Exposition; l'installation de ce côté a donc été faite dans des conditions économiques toutes particulières.

Les travaux de canalisation ont été exécutés par

MM. Rogé, administrateur des fonderies de Pont-à-Mousson, et Gibault, ingénieur à Paris.

L'eau de rivière à basse pression, livrée gratuitement, est réservée à l'arrosage du parc du Champ-de-Mars, du quai d'Orsay et de l'esplanade des Invalides; c'est elle aussi qui sert à emplir les deux lacs creusés de part et d'autre de la tour Eiffel. Elle provient de la nouvelle usine hydraulique établie à Javel, à un kilomètre environ du Champ-de-Mars.

L'eau de rivière à haute pression, celle que la Ville livre à prix de revient, arrive du réservoir de Villejuif, situé à 89 mètres au-dessus du niveau de la mer, à environ 60 mètres au-dessus du sol du Champ-de-Mars. Ce réservoir est empli par l'usine d'Ivry installée au bord de la Seine, en amont du confluent de la Marne. L'usine y refoule l'eau qu'elle puise dans le fleuve. L'eau de Seine est amenée de Villejuif à l'Exposition par une conduite de 60 centimètres de diamètre, qui pénètre dans le Champ-de-Mars du côté de l'avenue de Suffren; elle est distribuée par un réseau sur lequel sont raccordés tous les postes d'eau de l'eau de l'intérieur des palais. C'est également cette eau sous pression qui jaillit des fontaines monumentales et qui alimente les jets d'eau. C'est donc bien à tort que l'on a souvent reproché à l'administration de gaspiller l'eau de source pour le service de l'Exposition. Partout on s'est servi d'eau de Seine, hormis pour le service des restaurants et des fontaines Wallace.

Pour les usages alimentaires, en effet, on a eu recours à l'eau de source empruntée, comme en 1878, au réseau de la Vanne. Cette eau descend directement des grands réservoirs de Montrouge, dont le trop-plein

est à la cote 80 mètres, elle pénètre dans l'enceinte de l'Exposition du côté de l'avenue de La Bourdonnais, par une conduite de 40 centimètres de diamètre qui se ramifie de toutes parts, de façon à pourvoir à tous les



Fig. 248. — Vue panoramique prise du 2

39. Nouvelle Bastille. — **40.** Tour de Nesle. — **41.** Dôme des Arts Libéraux. — **42.** Caser
46. Statue de la Liberté. — **47.** Pont de Grenelle. — **48.** Passer

besoins des restaurants, des cafés, etc., et à desservir également les fontaines Wallace disséminées dans le parc. Des abonnements au compteur à prix réduits ont été consentis à tous les exposants qui en ont fait la demande. L'eau de source est livrée à 20 centimes le mètre cube, et comme la Ville ne peut disposer que d'un volume réduit, surtout en été, elle est, nous le

répétons, uniquement destinée à la consommation. L'eau de rivière à haute pression, celle de la Seine prise à Ivry et montée à Villejuif, est vendue seulement 10 centimes pour tous les autres usages.



étage de la Tour Eiffel, côte de Grenelle.

de Cavalerie. — **43**. Avenue de Suffren. — **44**. Grenelle et Javel. — **45**. Point du Jour. — le de Passy. — **49**. Chemin de fer de l'Exposition. — **50**. Auteuil.

En somme, il entre au Champ-de-Mars de l'eau de Seine à basse et à haute pression prise sur la berge, à Javel ou à Ivry, et de l'eau de la Vanne prise à Montrouge.

On pourra se faire une idée de la différence de qualité de ces différentes eaux en entrant dans le pavillon de la Ville, où se trouve une exposition spéciale du

service des eaux et de l'assainissement de Paris. M. Bechmann y a installé trois grands bacs disposés côte à côte. Les eaux de Seine des deux premiers bacs sont troubles, les eaux du troisième bac rempli d'eau de la Vanne sont beaucoup plus tranparentes et limpides. On sait que l'on accuse les eaux de la Seine d'être le véhicule ordinaire de la fièvre typhoïde. On croit avoir noté, en effet, certaines coïncidences entre

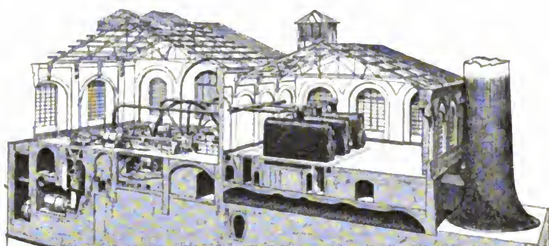


Fig. 249. — Usine d'Ivry.
Dessin d'après le modèle exposé au Pavillon de la Ville de Paris.

la distribution passagère de l'eau de Seine, dans des quartiers ordinairement desservis par les eaux de source, et l'accroissement des cas de fièvre typhoïde dans ces mêmes quartiers. C'est une opinion vraisemblable. Il était donc indispensable de ne livrer au Champ-de-Mars que de l'eau à l'abri de tout soupçon. C'est pourquoi on y a introduit les eaux de la Vanne pour les usages alimentaires, et c'est pourquoi aussi l'administration ne livre exclusivement que cette eau pour les besoins de la consommation.

Le réseau entier de l'Exposition aura nécessité la

pose de 20,000 mètres de conduits en fonte, de plus de 200 bouches d'arrosage et d'incendie, 50 postes spéciaux d'incendie, 10 fontaines Wallace, etc.

La partie de toute cette installation hydraulique qui frappe le plus le public est, sans contredit, celle qui parle aux yeux, c'est-à-dire les grandes pièces d'eau du Champ-de-Mars, et particulièrement la fontaine Formigé et Coutan avec sa rivière de 40 mètres de longueur, son bassin octogonal et ses gerbes d'eau. Les jets d'eau, nous l'avons dit, sont alimentés par la distribution d'eau de Seine à haute pression venant de Villejuif. Mais les bassins, la vasque inférieure, la rivière, s'emplissent en outre avec de l'eau qui a une tout autre origine assez peu connue des curieux. Tout cet énorme volume d'eau est celui qu'a déjà débité la grande cascade du Trocadéro. Une canalisation souterraine composée d'une conduite maîtresse de 60 centimètres de diamètre avec deux branchements parallèles de 50 centimètres, réunit les bassins de la fontaine à la vasque inférieure de la cascade, de telle sorte que c'est l'eau que l'on a déjà vue tomber au Trocadéro que de nouveau on voit bouillonner autour de la fontaine, et retomber encore pour parvenir à la rivière et au bassin octogonal. Au fond, c'est une canalisation à deux chutes d'eau rendue possible par la différence de niveau existant entre le Trocadéro et le terre-plein du Champ-de-Mars.

Cette eau est de l'eau de Seine primitivement refoulée par la pompe de Chaillot jusqu'aux réservoirs de Passy. Des réservoirs elle s'en va à la cascade du Trocadéro et du Trocadéro au Champ-de-Mars pour retourner à la Seine : c'est un circuit continu.

En 1878, on avait déjà utilisé l'eau de la cascade du Trocadéro en l'amenant à travers le pont d'Iéna jusqu'aux chaudières réparties autour du palais. Cette fois, on l'a conduite aux bassins de la fontaine centrale, qui reçoit ainsi à la fois l'eau de la Seine prise à Ivry pour les gerbes et les jets et l'eau de la Seine puisée au pont de l'Alma pour les bassins.

On a concentré sur la fontaine monumentale toutes les ressources de l'art moderne de l'hydraulicien : on a multiplié les jeux. Le soir, les gerbes et les jets sont illuminés électriquement et produisent ces effets de lumière féerique qui font l'admiration de la foule. Il est évident que ce feu d'artifice d'un nouveau genre constitue l'une des plus grandes attractions de l'Exposition. Ce spectacle a accaparé rapidement toute la faveur du public.

On trouvera dans le chapitre suivant quelques détails sur les fontaines lumineuses.

IX

LES FONTAINES LUMINEUSES

Les fontaines. — La fontaine monumentale. — Les petites gerbes. — Débit par heure. — Les fontaines dans le jour. — Pendant la soirée. — Les premières fontaines lumineuses. — Expérience de Colladon. — Phénomène de la réflexion totale. — Les jets lumineux en France et en Angleterre. — Installation du Champ-de-Mars. — La grande gerbe. — Les dessous. — Crypte et souterrains. — La lumière dans le sous-sol. — Les réflecteurs, les régulateurs électriques. — Les verres colorés. — La manœuvre. — Leviers et transmissions de mouvements. — Illuminations.

Tous ceux qui ont été au Champ-de-Mars le soir ont été frappés de la vogue extraordinaire qu'ont acquise les fontaines lumineuses. Les fontaines jouent tous les soirs et leur succès ne s'épuise pas. Le spectacle que présentent les abords de la fontaine monumentale est vraiment curieux. Il l'a été surtout aux mois de juin et de juillet. Dès six heures, aux beaux jours, on voyait le public se disputer les chaises ; il s'entassait sur six, sept, huit rangées de chaises près des bassins, autour de la vasque supérieure. Plus loin, sur le terre-plein de la tour Eiffel, dès cinq heures, les visiteurs choisissaient leurs places ; de là on domine un peu les bassins disposés dans la partie la plus basse du Champ-de-

Mars. On se pressait ainsi entre des rangées très serrées de chaises et de curieux. D'autres montaient à l'étage de la tour pour mieux voir le coup d'œil d'ensemble. Tout le promenoir qui regarde les jardins était envahi. Les escaliers tournants servaient aussi



d'observatoires, le public s'y entassait par grappes. Les jours de fête, les dimanches et les lundis, le spectacle devenait incomparable ; les spectateurs en faisaient tous les frais. La foule était énorme ; on comptait les curieux par dizaines de mille ; les allées étaient noires de monde, les terrasses des palais envahies. On aurait dit d'une arène immense aux gradins bondés de spectateurs. C'était inimaginable. On attendait l'heure

avec impatience et, quand la première fusée liquide retombait en gerbe d'or, c'étaient partout des applaudissements frénétiques, des cris d'admiration.

Cette illumination est, en effet, magique et bien faite pour exciter l'étonnement de la foule. Nous n'étions pas habitués à ces jeux de lumière et à ces rapides changements de couleurs. Rien de merveilleux comme ces jets étincelants aux teintes si vives et à la fois si douces, comme cette pluie continue de diamants, de perles, de saphirs et d'émeraudes! Ces nappes d'eau ruisselantes de feu, ces gerbes d'argent, ces étincelles, ces paillettes, toute cette eau comme enflammée, bouillonnant, jaillissant, retombant avec des scintillations éblouissantes, toute cette orgie de lumière séduit les regards. On se croirait dans le pays des fées.

Et il s'en est fallu cependant de bien peu que l'on ne nous donnât pas ce spectacle singulièrement original. Il n'entrait pas d'abord dans le programme général de l'Exposition ; à l'origine, on n'était pas fixé sur le point de savoir si l'on ouvrirait l'enceinte pendant la soirée ; on avait simplement projeté de faire quatre pièces d'eau, une grande avec fontaine au centre, trois autres plus petites, de forme allongée, avec jets analogues à ceux des Champs-Élysées. Mais, quand le syndicat des électriciens se fut constitué, quand on eut résolu d'éclairer les jardins, le soir, on pensa aussitôt à établir autour du parc une fontaine lumineuse du genre de celles qui avaient été construites aux expositions anglaises de Londres en 1884, de Manchester en 1887 et de Glascow en 1888. Seulement le cadre étant autrement vaste, il fallait arriver à tout grandir, et par conséquent se livrer à de nouvelles études.

M. Bechmann, ingénieur en chef des eaux de Paris, et M. Formigé, architecte de nos promenades, se rendirent à Glascow pour examiner la question. A leur retour, la direction des travaux, sur leur avis, modifia le projet primitif. On abandonna l'idée de faire quatre petites fontaines et l'on décida d'établir une grande pièce d'eau unique. La fontaine monumentale de M. Formigé, décorée des sculptures de M. Coutan, serait placée au milieu d'une grande vasque, et, dans un bassin creusé en contre-bas, on reproduirait la gerbe lumineuse de Glascow. Tel a été le plan d'exécution.

Le dessin général de la grande pièce d'eau centrale a été confié à M. Formigé pour la partie architecturale et, pour les effets d'eau et de lumière, à M. Bechmann; il rappelle un peu celui de la cascade de Saint-Cloud. En haut, sur le terre-plein entouré d'eau, la fontaine Formigé et Coutan; l'eau s'échappe de la vasque et tombe dans un large bassin auquel fait suite un second bassin allongé, terminé lui-même par un troisième bassin de forme octogonale placé au croisement de l'axe longitudinal du Champ-de-Mars et de l'axe des dômes des palais des Beaux-Arts et des Arts libéraux.

La fontaine monumentale en plâtre représente le Génie de la France voyageant sur le vaisseau du Progrès et renversant à droite et à gauche la Routine et l'Ignorance; à la proue, le Coq gaulois chante le succès de l'Exposition; à la poupe, la République dirige le gouvernail. A quelques mètres en avant, au commencement du bassin allongé, sur un roc isolé au milieu des roseaux, la Seine est personnifiée par une figure de femme assise et tenant à la main un large aviron.

L'eau tombe de la fontaine d'abord dans une large



FIG. 252. — La grande Fontaine lumineuse érigée au centre du parc.
(Coutan, statuaire ; J.-C. Formigé, architecte.)

vasque, puis vient se jeter en une cascade de 40 mètres de largeur dans le bassin inférieur en communi-

cation avec le bassin allongé qui a 30 mètres de longueur, et de ce bassin, passe dans le dernier bassin octogonal.

Dans la vasque supérieure de la fontaine, l'eau s'échappe du monument par 4 cornes d'abondance, 4 dauphins et 6 urnes, soit en tout 14 jets paraboliques et 2 jets verticaux disposés de chaque côté du vaisseau.

Sur les bords du bassin rectangulaire, on a distribué,

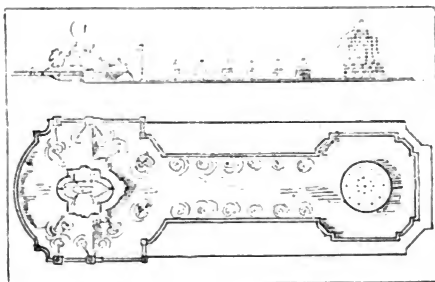


FIG. 253. — Fontaines lumineuses. (Coupe et Plan.)

et de chaque côté, 7 gerbes de forme variée, au total 14 gerbes, dont 2 situées dans le premier bassin qui fait suite à la fontaine. Chacune de ces gerbes se compose de 17 jets de petite dimension qui entourent un jet principal; les jets brisés par la résistance de l'air retombent en poussière d'eau. Quelques-unes ont la forme d'une fleur dont 5 jets en lame mince et recourbée figurent la corolle, tandis qu'un sixième jet s'échappe verticalement de la partie centrale.

Tous les appareils ont été construits à l'atelier cen-

tral des machines élévatoires de la Ville, sous la direction de M. l'inspecteur Meker.

Enfin, au milieu du bassin octogonal extrême, on a installé la grande gerbe composée d'un double jet central et entourée de 2 couronnes concentriques, l'intérieure de 6 jets, l'extérieure de 10 jets; les jeux sont multiples et l'on peut faire varier leur puissance et leur hauteur.

Au total, toute cette pièce d'eau a nécessité l'installation de 48 effets d'eau distincts, 35 jets verticaux, 14 jets paraboliques, près de 300 ajutages débitant au moins 350 litres par seconde, soit 1,100 mètres cubes à l'heure. L'eau des gerbes des jets vient, comme nous l'avons dit antérieurement, du réservoir de Villejuif (de la cote 89 mètres). On dépense par soir environ 1,200 mètres cubes. A Glascow, M. Galloway, pour économiser l'eau, se servait de pompes utilisant toujours la même eau. Mais ici, il était, au contraire, plus économique de renoncer aux appareils coûteux de M. Galloway et de faire venir l'eau de la Seine sous pression.

Voilà pour la fontaine et les jets d'eau, que l'on peut voir en fonction à peu près tout l'après-midi, mais à débit réduit. Les eaux jouent tous les jours au Trocadéro et au Champ-de-Mars. On réserve le grand jeu complet pour les soirs et les jours de fête. Maintenant, passons aux effets lumineux.

La première idée des fontaines lumineuses remonte à 1741; elle appartient à un éminent ingénieur suisse, M. Colladon. Le premier, il fit sortir d'un vase plein d'eau un jet admirablement éclairé. L'expérience de Colladon est facile à comprendre.

On prend un réservoir carré en tôle assez élevé ; si l'on perce un trou vers la base de la paroi verticale, l'eau s'échappe naturellement en jet parabolique par cette ouverture. En face de ce trou, dans la paroi opposée du réservoir, encastrons solidement un verre grossissant, une lentille, et plaçons derrière la lentille une lampe ; la lumière de la lampe est concentrée par le verre et le faisceau lumineux tombe sur l'ouverture par laquelle s'échappe le liquide. Les rayons lumineux pénètrent dans l'eau et s'y réfléchissent ; au lieu de s'en aller en droite ligne par l'ouverture, ils rebondissent sur la surface courbe du liquide, se réfléchissent de proche en proche en suivant la courbure du jet ; ils subissent, comme disent les physiciens, la *réflexion totale*. Aussi l'eau absorbe toute la lumière, qui ne dévie ni à droite ni à gauche, et le jet apparaît étincelant.

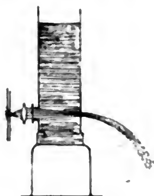


FIG. 254. — Expérience de Colladon. Illumination d'un jet parabolique.

On peut répéter l'expérience de Colladon sous une autre forme encore plus simple : il suffit de disposer sous un jet d'eau vertical et tout près de l'ajutage une lame de verre protégeant une lampe et un réflecteur installé dans un petit puisard ménagé sous la vasque du jet d'eau. Les rayons lumineux illumineront le jet et subiront la réflexion totale.

Il va de soi que si l'on dispose entre la lampe et le réflecteur un verre coloré, le jet sortira lui-même coloré. Tout le monde sait bien que derrière un vitrage rouge tous les objets apparaîtront en rouge ; s'il est

bleu, en bleu, etc. De même ici la lumière passant par un verre rouge, bleu, vert, le jet deviendra rouge, bleu, vert.

Tel est le principe. La gerbe liquide absorbe toute la lumière qui s'y enferme comme dans une gaine et qui ne s'éparpille qu'avec les gouttelettes liquides. C'est ce mariage si intime de la lumière et de l'eau qui produit ces effets merveilleux, ce véritable enchantement des yeux (1).

L'appareil de Colladon n'était guère qu'un appareil de laboratoire. On s'en servit en remplaçant la lampe par un régulateur électrique Serrin dans divers théâtres. C'est ainsi qu'on illumina la fontaine qui coule sur la scène de l'Opéra dans le 2e acte de *Faust* et la cascade de *Cendrillon*, au Châtelet, etc.

En 1861, un Français, M. Delaporte, prit un brevet pour fontaines lumineuses. Il installa au milieu du grand bassin des Tuileries une véritable fontaine lumineuse; le jet sortait étincelant, puis bleu, puis rouge. L'eau prenait successivement les teintes des couleurs nationales, au grand plaisir de la foule. Le 29 octobre 1864, nous nous rappelons fort bien avoir vu au Conservatoire des arts et métiers, pendant une soirée donnée par le général Morin, fonctionner pendant des heures la fontaine lumineuse de M. Delaporte. En 1884, à Londres, M. le colonel Bolton remit à la mode les fontaines lumineuses. Depuis, M. Gallo-

(1) Kepler a découvert le premier le phénomène de la réflexion totale. Bouguer pensait que toute la lumière n'était pas absorbée. Arago a prouvé que la réflexion totale était si complète qu'il n'y avait dans ce cas aucune perte. Toute la lumière reste dans le liquide.

way a donné une forme industrielle au premier dispositif; il a rendu sa fontaine mobile et il a pu la transporter successivement aux expositions de Glascow, de Manchester, de Barcelone. La grande gerbe du bassin octogonal est illuminée par le procédé Galloway. Les appareils employés sont ceux qui ont déjà servi en Angleterre et en Espagne.

Les autres jets, les jets paraboliques de la fontaine, les gerbes du bassin allongé ont été établis par le service des eaux. Toute cette dernière installation est due à M. Bechmann et à l'inspecteur du service, M. Richard. Il a fallu, de ce côté, résoudre un problème assez délicat. Les jets paraboliques qui sortent des dauphins, des cornes d'abondance de la fontaine, sont d'un gros volume et d'une grande amplitude. Le système Colladon se montra tout à fait impuissant pour éclairer ces jets aux dimensions inusitées jusqu'ici.

M. Bechmann, avec le concours de MM. Richard et Meker, a dû rechercher un dispositif nouveau; il est parvenu, après de longues recherches et à l'aide d'un artifice ingénieux, à illuminer des jets paraboliques ayant jusqu'à 22 centimètres de diamètre et $4^{m},50$ de longueur. Avec une grande masse d'eau s'échappant sous haute pression, la lumière, même la lumière électrique, éclairait mal le jet; elle se diffusait rapidement dans l'eau et l'éclat lumineux était insuffisant. M. Bechmann eut l'idée de remplacer le gros jet d'eau plein par un gros jet d'eau creux. Économie d'eau d'abord, mais surtout diminution d'absorption de la lumière par la 'masse liquide, et, conséquemment, illumination satisfaisante. L'idée était bonne, elle a réussi. Mais comment produire un jet d'eau creux?

Tout bonnement en faisant sortir l'eau non plus par un trou, mais par une rainure circulaire ; l'eau s'échappe en lame sur le pourtour de l'ajutage, emprisonnant seulement de l'air au milieu de cette gaine liquide. Il fallait, en outre, que la lumière pût pénétrer au milieu de ce cylindre d'eau creux pour y subir la réflexion totale. Aussi a-t-on dû combiner un ajutage spécial.

Imaginons donc deux grands entonnoirs métalliques, l'un étant un peu plus grand que l'autre. Mettons le plus petit dans le plus grand; il restera un espace libre entre les deux entonnoirs; on obtient ainsi un récipient à doubles parois, ouvert en haut et en bas. L'eau sous pression, introduite latéralement entre les deux parois, s'échappera par l'ouverture annulaire inférieure ; elle sortira en lame dont l'épaisseur dépendra de la distance que l'on aura laissée entre les deux parois ; on aura donc un jet creux. De plus, l'ouverture de ce grand entonnoir à doubles parois est libre ; l'œil traverse le récipient d'outre en outre et peut apercevoir le milieu plein d'air du jet d'eau. La lumière le traversera de même. Il suffit par suite, pour illuminer le jet creux, de placer derrière l'ouverture des récipients à doubles parois un puissant foyer lumineux. Les rayons subiront, à travers la lame d'eau annulaire, la réflexion totale et tout le jet sera illuminé.

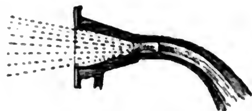


FIG. 255. — Ajutage d'un jet parabolique. (Système Bechmann.)

M. Bechmann a constaté que l'on pouvait réduire l'épaisseur de la lame d'eau qui constitue tout ce jet

creux jusqu'à 2 ou 3 millimètres d'épaisseur. Il est remarquable qu'avec cette mince couche d'eau la réflexion de la lumière puisse se faire totalement. Le jet seul est éclairé et sort lumineux des cornes d'abondance et des urnes. M. Bechmann a trouvé aussi qu'il était préférable, pour l'effet à obtenir, de faire non pas circulaire, mais elliptique l'ouverture annulaire de sortie de l'eau. C'est cette disposition qui a partout été appliquée aux jets paraboliques, et qu'il a fallu, non sans peine, plier aux exigences des ornements décoratifs et installer le mieux possible à la base des cornes d'abondance, des dauphins, etc. La place faisait défaut dans les attributs de l'œuvre de M. Coutan pour placer les foyers lumineux, les verres de couleur, etc. : d'ailleurs, la chaleur du foyer aurait brûlé le plâtre ou fondu le plomb qui entre dans la construction de la fontaine ; on a dû renoncer à l'éclairage direct ; comme nous le verrons dans un instant, on a dû renvoyer à distance, à l'aide d'un miroir incliné à 45 degrés, la lumière du foyer dans la partie intérieure de l'ajutage.

Depuis longtemps, nous l'avons dit, on a remplacé, pour éclairer les jets, la lampe de Colladon par des foyers électriques. On a réuni sur ce point du Champ-de-Mars assez de lumière pour éclairer tout un quartier, une intensité lumineuse de plus de 35,000 carcels, soit de 240,000 bougies ! 30 régulateurs à arc de 40 ampères pour toute la partie française, 17 régulateurs à arc de 60 ampères pour la partie anglaise. Or, un régulateur à arc de 60 ampères équivaut environ à 1,000 carcels, et un régulateur à arc de 40 ampères à 900 carcels. La force motrice absorbée par cet éclairage s'élève à 250 chevaux-vapeur.

Le courant électrique est envoyé par des fils conducteurs d'une des stations du syndicat des électriciens installé dans la cour qui sépare la galerie des Machines du palais des Industries diverses. Quand la fontaine fonctionne et est illuminée, elle dépense donc non seulement 350 litres à la seconde, mais encore ces 250 chevaux! Et toute cette lumière est emmagasinée, absorbée par l'eau!

Le public ne peut se douter extérieurement de l'énorme quantité de lumière ainsi produite; les foyers sont dissimulés; on ne voit rien au dehors. Tout est machiné comme dans un théâtre sous la grande pièce d'eau et tout fonctionne très régulièrement au commandement d'un seul chef d'équipe.

Il est indispensable maintenant que nous visitions les dessous, pour bien nous rendre compte de l'installation générale.

Derrière la fontaine, côté du grand dôme, se trouve, masqué par une trappe, un petit escalier. Descendons les marches. Nous voilà en quelques instants dans une vaste chambre souterraine d'où partent deux galeries latérales qui courent sous la fontaine et sous le bassin rectangulaire en suivant exactement la ligne jalonnée par les ajutages des jets. Sous le bassin octogonal, partie anglaise, il existe, de même, une chambre circulaire indépendante de la première. On y pénètre par une autre porte et par un couloir souterrain. Examinons d'abord l'installation française. En avançant dans l'une des galeries souterraines, on voit de place en place s'ouvrir dans le toit comme une cheminée aboutissant à une dalle en verre de 60 centimètres de longueur. Au-dessus du toit, c'est l'eau; nous sommes

bien sous le plafond des bassins. Chaque cheminée marque l'emplacement d'un jet. La dalle qui la ferme est placée un peu au-dessus du niveau normal de l'eau ; elle le dépasse de quelques centimètres, et le tuyau courbé qui amène l'eau du jet débouche exactement en son milieu. Au dehors, le spectateur verrait par la dalle la lumière du souterrain, si l'on ne prenait soin de tout cacher en l'entourant au moyen d'une touffe de roseaux en fonte, analogues à ceux dont on se sert dans les fontaines de nos promenades parisiennes pour dissimuler l'extrémité des ajutages. Du bord des bassins, le regard est arrêté par ces obstacles, et on ne peut apercevoir la dalle révélatrice. C'est, en effet, sous cette dalle que l'on dispose le foyer lumineux.

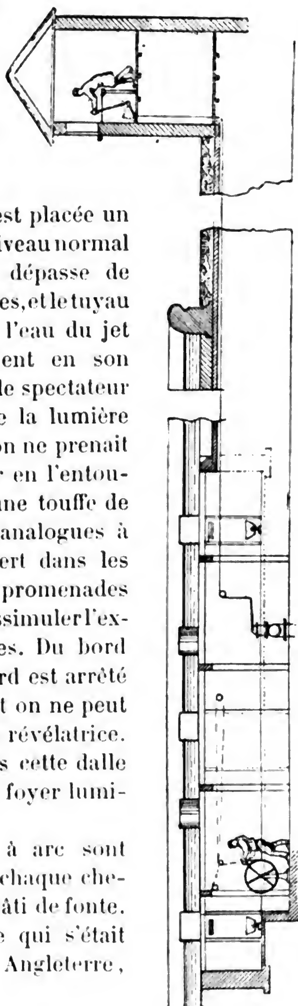


Fig. 256. — Coupe verticale de l'ensemble des Fontaines. (A gauche, en dessous du bassin, agent faisant manœuvrer les leviers de commande des glaces colorées. A droite, dans le kiosque d'observation, le chef de service.)

Les régulateurs à arc sont installés au bas de chaque cheminée sur un petit bâti de fonte. Contrairement à ce qui s'était toujours fait en Angleterre,

MM. Sautter et Lemonnier ont adopté des lampes à charbons, qui présentent sur les lampes à charbons



Fig. 257. — Coupe générale des Fontaines lumineuses.

horizontaux le grand avantage de se régler automatiquement. Seulement l'arc, étant vertical, envoie toute



Fig. 258. — Illumination des Gerbes. Système Sautter-Lemonnier.



Fig. 259. — Illumination des Gerbes. Système Galloway.

son intensité lumineuse dans le sens horizonal; il faut donc dans cette disposition relever verticalement le

faisceau lumineux. On place latéralement devant la lampe un réflecteur sphérique en verre argenté et symétriquement du côté opposé un miroir plan incliné à 45 degrés. Le faisceau lumineux est projeté par le réflecteur sur le miroir qui le renvoie verticalement à travers la dalle sur le jet d'eau, où il subit la réflexion totale. Il n'y a pas de perte sensible de lumière dans cet éclairage indirect ; le système est très commode pour la manœuvre et ne nécessite pas de surveillance.

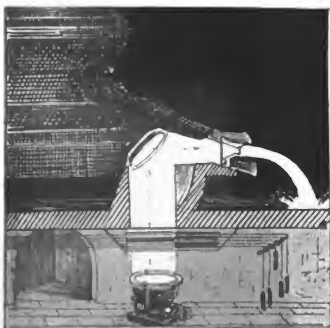


Fig. 260. — Illumination des Gerbes paraboliques. (Système Bechmann.)

Sous la fontaine même, pour l'illumination des jets paraboliques, on aurait pu adopter aussi ce système. Le syndicat des électriciens, auquel incombent les charges de l'éclairage, a préféré le système anglais, soit un régulateur à charbons horizontaux, réglable à la main, qui lui a paru plus économique. Le régulateur est placé au pied de la cheminée qui aboutit au conduit horizontal de la corne d'abondance et un réflecteur disposé au-dessous du foyer projette verticalement la lumière sur un miroir à 45 degrés installé au sommet, dans l'angle formé par la cheminée et le conduit horizontal. Le miroir renvoie la lumière horizontalement sur le jet parabolique.

Dans la chambre souterraine circulaire du bassin octogonal, partie anglaise, il y a sous chaque jet aussi une dalle, et les dalles sont ici très rapprochées, puisque les jets sont très voisins pour produire l'effet d'une grande gerbe. Chaque dalle est directement éclairée par un foyer électrique à charbons horizon-

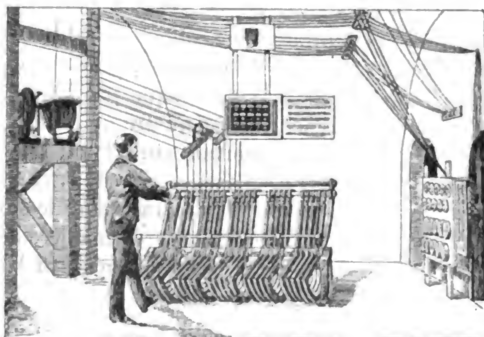


FIG. 261. — Chambre souterraine de la Fontaine lumineuse.
Manœuvre des leviers de commande, pour changer la couleur des jets par l'intermédiaire de glaces colorées.

taux, qui projette verticalement et directement sa lumière sur chaque jet. Le miroir devient inutile, puisque l'arc étant horizontal rayonne toute sa lumière dans le sens vertical. Le réflecteur disposé au-dessous du foyer est en étain, de forme parabolique, avec une échancrure à la base pour laisser tomber les cendres des charbons. Ici il faut régler le rapprochement des charbons à la main. C'est un inconvénient. Mais il n'y a plus de miroir accessoire; l'illumination est directe.

C'est un avantage. Il est vrai que l'on doit perdre sans doute un peu de lumière par l'échancrure pratiquée dans le réflecteur d'étain pour se débarrasser des cendres; par compensation, les régulateurs à main coûtent trois ou quatre fois moins cher que les régulateurs automatiques. Chaque système a du bon. Toute l'installation électrique, en ce qui concerne le syndicat des électriciens, a été dirigée par M. David Napoli.

Les effets de coloration sont obtenus, comme toujours, par l'interposition de grandes plaques teintées entre le foyer et le jet. Dans chaque poste, c'est-à-dire au bas de chaque cheminée, quatre montants verticaux forment châssis supportant cinq plaques superposées. Chaque plaque repose par un cadre sur des galets et peut se mouvoir sur des rails sans le moindre effort. On peut les faire avancer de manière à les interposer exactement sur le trajet du faisceau lumineux. Les couleurs choisies sont les mêmes dans chaque poste : rouge, bleu, vert, or et blanc; avec ces teintes, en déplaçant en tout ou en partie les plaques de verre, on obtient une infinité de combinaisons.

Le changement des plaques s'effectue à distance, mécaniquement et simultanément. Tous les verres de même couleur sont reliés entre eux par un câble qui court sous la voûte, maintenu par des poulies et va aboutir à un levier. Cette disposition rappelle les transmissions de mouvement adoptées sur les chemins de fer pour actionner à distance les signaux. Il suffit d'incliner le levier pour que toutes les plaques de même teinte roulent sur leurs rails et viennent se placer sur le trajet du faisceau de lumière. En ramenant le levier dans sa position première, on éloigne

de même les plaques dont il commande le déplacement. En arrivant dans la chambre souterraine, sous la fontaine, on voit disposés côte à côte les leviers de manœuvre.

Un seul homme suffit pour opérer le déplacement des plaques. Chaque levier porte son numéro d'ordre, et le manipulateur a sous les yeux un tableau sur lequel viennent s'inscrire les ordres transmis. Le tableau indique, par exemple, n° 4 ; aussitôt on fait basculer le levier n° 4, et tous les verres rouges colorent en rouge la lumière ; de même pour le levier des verres bleus, jaunes, etc. Chaque série a son levier et son câble de transmission. C'est tout simple.

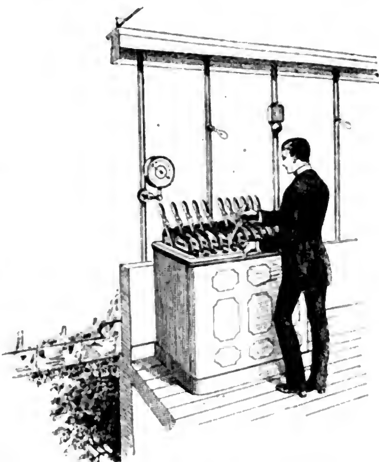


Fig. 262. — Intérieur du Kiosque d'observation. Leviers de commande et boutons électriques pour régler la hauteur des jets et télégraphier les changements de teinte.

Dans la chambre circulaire de la partie anglaise, on retrouve le même dispositif, indépendant du premier ; mêmes leviers de commande, même transmis-

sion de mouvement, et encore un homme d'équipe pour assurer la manœuvre.

Enfin, dans un kiosque vitré situé près du bassin octogonal se tient un chef d'équipe à environ 3m,50 au-dessous du sol. C'est le machiniste, le machiniste anglais qui a fait fonctionner déjà les fontaines Galloway en Angleterre. Il domine la pièce d'eau et peut varier à son gré toutes les combinaisons. Il a devant lui dans le kiosque une série de leviers, une rangée de boutons électriques. Au moyen des leviers qui actionnent des tringles, il commande l'ouverture des robinets d'introduction de l'eau dans la grande gerbe et peut augmenter ou réduire la puissance des jets; au moyen des boutons, sur lesquels il lui suffit d'appuyer, il transmet électriquement des ordres à la fois à la partie française et à la partie anglaise, de façon que partout les hommes puissent agir sur les mêmes leviers. C'est ainsi que se produisent simultanément les changements et les variations de teinte dans toutes les gerbes de la pièce d'eau. La direction est unique et, sous les deux cryptes, tout obéit au doigt et à l'œil. Les changements se font à vue et instantanément.

Il peut peindre les gerbes de toutes les teintes; il dispose d'une véritable palette. On s'est demandé cependant comment il pouvait obliger les jets de la grande gerbe à varier de teinte depuis la base jusqu'au sommet. Il faut se rappeler que la gerbe est composée de deux couronnes de jets concentriques. Chaque jet étant indépendant et éclairé par un verre spécial, il va de soi que l'on peut teinter comme on le désire les jets de la couronne extérieure et ceux de la couronne intérieure, faire l'extérieur rouge, le centre vert, par

exemple : il est tout aussi facile de donner une teinte spéciale à chacun des jets, et d'alterner les couleurs.



Fig. 263. — Les Fontaines lumineuses.

On peut littéralement peindre l'eau par ce dispositif de toutes les teintes possibles, et grouper les teintes dans

un ensemble harmonieux. La hauteur différente à laquelle s'élève chaque jet joue son rôle dans ce véritable art de peindre les jets d'eau. Il est clair qu'en faisant varier les hauteurs, on met mieux en relief certaines couleurs au détriment des autres. Il est bon de produire des contrastes agréables à l'œil.

Telle est dans son ensemble l'installation des fontaines au Champ-de-Mars. On ne pouvait mieux réussir ; il eût été dommage de nous priver d'un spectacle d'une beauté indescriptible. Il est à souhaiter que l'on nous conserve à Paris les fontaines lumineuses. En province, on fait dans cette voie de la décentralisation. La ville de Tours, qui est éclairée à la lumière électrique, possède déjà des fontaines lumineuses.

X

SERVICE ÉLECTRIQUE — L'ÉCLAIRAGE LES ILLUMINATIONS

L'Exposition pendant la soirée : aspect général. — Éclairage. — Illuminations. — Le Trocadéro, la tour Eiffel, le grand Dôme. — Le gaz au Champ-de-Mars. — Service électrique. — Les six stations centrales d'électricité. — Les six grandes usines de l'Exposition. — Chaudières, moteurs, machines électriques. — Fabrication de l'électricité. — Travail continu de 4,000 chevaux-vapeur. — Éclairage de la galerie des Machines. — Les grands lustres. — Intensité lumineuse. — La grande galerie de 30 mètres. — Les régulateurs, les lampes à incandescence. — Illuminations des façades, des jardins, des promenoirs. — 180,000 becs Carcel au Champ-de-Mars.

Il est permis de dire qu'il existe en réalité deux expositions en 1889, l'exposition du jour et l'exposition du soir ; celui qui n'aurait vu que l'une des deux n'emporterait certainement pas un souvenir exact des splendeurs accumulées au Champ-de-Mars et aux Invalides.

Le coup d'œil pendant la soirée est indescriptible. Le regard reste tout surpris devant cette illumination magique. C'est une orgie de lumière à laquelle on n'avait encore jamais assisté. Tout brille, scintille, flamboie. C'est une fête perpétuelle pour les yeux. On dirait

qu'un artiste habile s'est servi d'une palette étincelante pour couvrir de lumière l'Exposition, pour poudrer d'or les grands dômes, pour piquer de traits de feu les pelouses et les pavillons. De loin on voit comme une mosaïque aux couleurs miroitantes, puis des taches rutilantes dans les masses sombres, des éclairs à travers les vitraux, des flammes dans les massifs. Nous sommes au milieu de jardins enchantés.



Fig. 265. — La Porte du Quai d'Orsay.

Le Trocadéro est magnifiquement éclairé, c'est presque un brasier; l'eau de la cascade tombe de degré en degré en nappe enflammée comme de la fonte en fusion. Le grand arc, le premier étage et le haut de la tour Eiffel sont garnis de perles lumineuses. Au sommet scintille le phare électrique avec ses feux rouge, bleu et blanc éblouissants; on dirait d'une grosse étoile délicatement posée sur la grande tour. Les projecteurs promènent dans l'espace leur immense rayon de comète qui fait jaillir des étincelles de la crête des arbres; quand le rayon blanc effleure les statues du parc, il semblerait qu'il les anime; il les couvre d'effluves brillants et les entoure d'une auréole d'argent bleuâ-

tre comme dans une apothéose. Lumière d'aurore!

Et dans le fond, derrière la féerie des fontaines étincelantes, le grand Dôme qui apparaît tout enguirlandé de festons de feux, puis, à l'intérieur, tous ces soleils électriques dont les radiations éclatantes viennent provoquer le regard comme les étoiles sous un ciel des tropiques. Illuminations incomparables qu'il faut voir; spectacle merveilleux qui ne lasse jamais.

Et les grands jours, quand le parc du Trocadéro et les jardins du Champ-de-Mars sont aussi en fête, les lanternes vénitiennes piquent de leurs lueurs jaunes les massifs de verdure; on en voit partout, jusque sur la cime des arbres, comme de gros fruits lumineux. De loin, on dirait de jardins saupoudrés d'une poudre d'or.

Et l'embrasement de la tour Eiffel! Les feux de bengale n'ont jamais produit d'effets plus remarquables.

Les jardins sont illuminés par des feux verts; tout à coup la grande tour s'éclaire; du haut en bas, à chaque étage, aux quatre piliers, on allume des feux rouges. Le coup d'œil devient admirable, toute la tour devient rouge. La couleur rouge sombre de l'ossature s'avive peu à peu. On dirait que le métal, échauffé comme par un incendie, va entrer en fusion. C'est une fournaise. En bas, les quatre foyers électriques accrochés à 25 mètres à chaque pilier envoient leurs rayons blancs à travers ces lueurs rutilantes. La fontaine du milieu apparaît bleue au milieu du brasier. Tout a l'air de chauffer, de brûler, aux étages supérieurs jusqu'au grand phare. Des pétards et des bombes éclatent sur les plates-formes, dans les interstices si compliqués des

fers et des croisillons. On croirait entendre le pétillement de la flamme et les éclats des charpentes qui se brisent. Les fumées rouges entraînées par le vent vont se perdre dans les fumées vertes du parc. L'incendie est à son comble. Le fer va fondre. L'embrasement est général, et éclaire de teintes sinistres la fourmilière humaine qui regarde déconcertée cette scène indescriptible. Certes, oui, c'est un spectacle singulier qui vaut le mérite d'être vu et nous tenions, au milieu de toutes ces magnificences, à en garder le souvenir.

Autrefois, on n'ouvrait pas les expositions pendant la soirée ; pour la première fois, on laissa libre accès au public à l'exposition d'électricité de 1881 ; comment fermer le soir une exposition d'éclairage électrique ? Depuis, à Londres, à Munich, à Vienne, à Manchester, à Anvers, à Barcelone, à Glascow, etc., on ouvrit les portes largement tous les soirs ; on ne pouvait faire autrement pour l'Exposition de 1889. Et, en adoptant cette mesure, on a certainement augmenté son succès dans une proportion très considérable.

On a aussi considérablement accru, s'il est permis de s'exprimer ainsi, le rendement utile de l'Exposition ; on éprouve comme un sentiment de tristesse et de regret lorsqu'on voit accumuler tant d'efforts pour une période de temps si courte ; en augmentant sa durée, on donne satisfaction à un plus grand nombre de visiteurs et de travailleurs et l'on tire un meilleur parti des sommes dépensées. On ne se doute guère, à première vue, des frais colossaux qu'entraîne une Exposition de durée limitée. Le prix de revient de l'heure est bien fait pour frapper l'imagination et nous engager à profiter le mieux possible de dépenses qui ne

sauraient être consenties que dans des circonstances absolument exceptionnelles.

L'Exposition de 1889 coûtera à l'État et à la Ville, au bas mot, 50 millions ; les exposants auront dépensé au minimum 150 millions et nous sommes certainement bien au-dessous de la vérité ; car ce chiffre ne représente qu'une moyenne de 3,000 francs pour les 50,000 exposants, et l'on sait si certains d'entre eux ont ménagé l'argent avec leurs pavillons luxueux. C'est donc plus de 200 millions qui auront été engloutis par l'œuvre gigantesque que nous avons sous les yeux.

La durée de l'Exposition étant de 180 jours, il y aurait eu, à raison de 9 heures par jour, si l'on avait fermé les portes le soir, seulement 1,620 heures pendant lesquelles le public aurait pu la visiter. Chaque heure aurait donc coûté 123,000 francs. En ouvrant pendant la soirée, on a allongé chaque journée de 5 heures, ce qui produit un supplément de 900 heures. Et le prix de l'heure s'abaisse à 79,000 francs.

79,000 francs, c'est encore un joli denier, et quelquefois les entrées d'un jour ne couvrent pas les dépenses d'une heure ! Bien entendu, il ne convient de considérer ces chiffres que pour ce qu'ils valent, comme une indication curieuse et nullement comme un résultat économique qui dépend de données bien autrement complexes ; mais tels quels, ils suffisent pour prouver que le visiteur qui entre avec son modeste ticket jouit d'un spectacle qui revient par jour à la somme ronde de 1,106,000 francs : un million cent six mille francs ! Cela ne se voit pas tous les jours.

L'électricité est la grande magicienne des soirées de l'Exposition. Sans elle on serait parvenu difficilement

20.



Fig. 266. –



to de Nuit.

à un éclairage aussi brillant. Le gaz est loin d'avoir été délaissé (1). Le cube total, consommé par jour, s'élève à 17,290$^{m.c.}$,94 de gaz. On a posé 6,032 mètres de conduites en tôle et en bitume de 0,054 à 0,216 de diamètre, 1,886 appareils. On compte 150 abonnés, consommant 2,605 mètres cubes, pour le chauffage et 2,562 mètres cubes pour l'éclairage, soit au total 5,107 mètres cubes. Les candélabres consomment 2,501$^{m.c.}$,97 ; l'illumination du Dôme central avec ses 3,800 becs environ, 1,000 mètres cubes ; la tour Eiffel avec 4,000 becs, plus de 1,000 mètres cubes. Le Trocadéro est éclairé par 51,862 becs et consomme plus de 7,000 mètres cubes. L'éclairage du palais du Gaz absorbe 600 mètres cubes ; la galerie des Machines, pour la force motrice, 200 mètres cubes ; les guichets, portes d'entrée, pompiers, police, 90 mètres cubes. Les jours de fête, la consommation normale quotidienne de 17,290 mètres cubes est augmentée de 25,800 mètres cubes, uniquement pour l'illumination complète du Trocadéro.

L'éclairage électrique a été confié à un syndicat international qui devait se rémunérer sur les recettes du soir. La combinaison des bons amena une modification dans le contrat primitif. On lui a alloué une somme fixe de 1,800,000 francs. Ce syndicat, d'abord composé d'exposants français, s'est adjoint, suivant ses statuts, des exposants étrangers qui participent, pour leur part, à l'éclairage général.

(1) D'après M. Cornuault, président de la Société technique de l'Industrie du gaz, l'emploi du gaz va toujours se développant en France. En 1878, la production totale était de 430,700,000 mètres cubes ; en 1888, elle était de 628,000,000 mètres cubes.



Fig. 267. — Éclairage au Gaz.
Pavillon de la Compagnie parisienne du Gaz. (Picq, architecte.

On a établi au Champ-de-Mars six stations centrales d'électricité : la station de la Société Gramme, la station Edison, la station de la transmission électrique de la force, la station de la Société « l'Éclairage électrique », la station Ducommun et enfin la station spéciale du syndicat.

Trois de ces stations, celles du transport de la force, du syndicat, de Gramme, sont installées dans la cour intérieure qui sépare le palais des Machines du palais des Industries diverses. La station alsacienne Ducommun se trouve dans la cour de la force motrice ; la Société Edison, près du pavillon de la Presse, le long de l'avenue de La Bourdonnais, la Société « l'Éclairage électrique » sur la berge de la Seine, près de l'exposition du pétrole.

Toute station centrale comporte des chaudières pour alimenter de vapeur les moteurs, et des moteurs pour faire marcher les machines génératrices de l'électricité. Nous retrouvons naturellement chaudières, moteurs et dynamos dans toutes les stations.

La station de la transmission électrique de la force s'élève la première dans la cour intérieure, à droite de la rue centrale en arrivant du Dôme. Elle comprend une machine Corliss à cylindres accouplés horizontaux de MM. Lecouteux et Garnier, chaque cylindre pouvant donner 500 chevaux. Elle est alimentée par un générateur de vapeur Roser. On a installé quatre dynamos à double anneau Marcel Deprez, qui fournissent le courant sous trois tensions différentes : 600 volts et 80 ampères pour les régulateurs, 75 volts et 690 ampères pour d'autres régulateurs, et 115 volts et 7,000 ampères pour les lampes à incandescence. Les dyna-

mos à 115 volts qui fonctionnent sont en relation avec deux batteries d'accumulateurs Julien de 65 éléments chacune. Chaque accumulateur pèse 160 kilogrammes et possède une capacité reconnue de 10 ampères-heures par kilogramme de plaque. Ces batteries jouent le rôle de réservoir d'énergie électrique.

Le poste voisin appartient au syndicat; l'emplacement est de 360 mètres carrés. La force en chevaux est d'environ 400. On remarque un moteur à vapeur de 200 chevaux et deux dynamos de M. Borssat, un moteur de 40 chevaux et une dynamo de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée, un moteur de 30 chevaux et une dynamo de la Société française de matériel agricole, une locomobile avec turbine à vapeur Parson, exposée par M. Garnot.

A la suite vient la station Gramme, d'une surface de 640 mètres carrés. Elle comprend deux dynamos de 175 chevaux et trois dynamos de 100 chevaux. Toutes sont compound et fonctionnent sous 200 volts de différences de potentiel. Les machines motrices et les chaudières ont été installées par MM. Paxman, Davey, de Colchester. Les chaudières sont au nombre de 9. Les machines sont à triple expansion : une de 350 chevaux, une seconde de 250 chevaux, une troisième de 100 chevaux. La station Gramme dispose de 700 chevaux.

La station Ducommun, dans la cour de la force motrice, est installée dans l'aile gauche du bâtiment de MM. Steinheim et Cie. Sa puissance est de 300 chevaux. Les moteurs, construits par M. Ducommun, sont du type Armington à grande vitesse; les chaudières sont du système Lagasse. Les dynamos, au nombre de 15, sortent aussi des mêmes ateliers.

La station Edison occupe 400 mètres carrés : un élégant pavillon de 15 mètres de profondeur sur 30 de largeur. On y trouve trois générateurs Belleville, quatre moteurs-pilons compound, à triple expansion Wehyer et Richemond, de 160 chevaux, un moteur-pilon compound, du même constructeur, de 150 chevaux ; au total, 800 chevaux.

On tend de plus en plus à se servir pour les installations électriques de machines très condensées du type employé dans la marine. Les machines à triple expansion du pavillon Edison ne consomment que 9 kilogrammes de vapeur par heure, tandis que la machine adoptée en consomme 11 kilogrammes. La dépense en houille par heure et par force de cheval est réduite à 780 grammes, résultat remarquable.

Les moteurs mettent en marche deux dynamos en dérivation Edison de 120 volts et de 1,000 ampères ; six dynamos en dérivation Edison de 120 volts et 550 ampères. Cette station, la première prête avec l'usine Gramme, a fonctionné régulièrement depuis le soir de l'ouverture. On la voit de loin. On a eu l'idée de hisser au sommet de la cheminée de 18 mètres une grosse lampe électrique. Le public s'y arrête encore pour une autre raison. Le petit parterre gazonné qui précède le pavillon est entouré d'un gros fil métallique fixé sur des pieux et formant ceinture. Or une dérivation faisait souvent passer par le fil un petit courant d'une centaine de volts. Quand les curieux mettaient la main sur le fil, ils ressentaient une légère secousse : c'était à qui se ferait ainsi électriser. D'où des rires, des bousculades qui ont rendu ce petit coin populaire.

La Société Edison, près du grand moteur du Creusot,

possède différentes annexes dans la galerie des machines, et, notamment, une transmission de mouvement avec moteur électrique de 40 chevaux actionnant des machines-outils.

La station de la Société « l'Éclairage électrique »



Fig. 268. — Station centrale d'Électricité Edison, Weyher et Richmond et Belleville.

Force, 800 chevaux, comprenant : 3 générateurs Belleville de 2,200 kilog. chacun : 5 moteurs-pilons, triple expansion de 160 chevaux, Weyher et Richmond : 2 dynamos Edison de 100,000 W.; 6 dynamos Edison de 60,000 W. et les accessoires.

de la berge occupe ainsi une surface de 400 mètres. Sa puissance est de 600 chevaux, obtenue par quatre chaudières Terme et Deharbe et quatre machines à vapeur Lecouteux et Garnier, de 150 chevaux chacune. Les machines électriques sont au nombre de 19 : 8 machines Gramme à courants alternatifs, 10 dynamos Rech-

niewski à courants continus, et 1 machine Ferranti à courants alternatifs.

Cette dynamo Ferranti fournit un courant de 2,700 volts, qui est envoyé par des conducteurs souterrains jusqu'à l'esplanade des Invalides et modifié à l'aide de transformateurs de façon à réduire la tension en raison de la nature des lampes à allumer.

Il existe en outre différents postes : le poste Mildé, destiné à alimenter les lampes-soleils du grand Dôme avec distribution par transformateurs Clerc-Gravier; le poste Sautter-Lemonnier; le poste Popp, etc.

Le syndicat a, en effet, à sa disposition dans le palais des Machines, pour actionner des dynamos de systèmes divers, des moteurs à gaz de la Compagnie parisienne (150 chevaux), de la Compagnie Otto (250 chevaux), moteurs à air comprimé Popp (20 chevaux), machines à vapeur Sautter-Lemonnier (100 chevaux), Boulet et Cie (100 chevaux), ateliers d'Œrlikon (70 chevaux), Allioth et Cie (30 chevaux), Farcot (80 chevaux): soit 800 chevaux.

La force dont, en somme, peut disposer le syndicat de lumière, dépasse 4,000 chevaux-vapeur. Ces 4,000 chevaux se transforment en électricité et c'est cette électricité qui, rayonnant des diverses stations le long des fils conducteurs, va allumer les lampes groupées ou disséminées dans toutes les parties de l'Exposition. Le nombre des lampes réparties dans l'enceinte serait suffisant pour éclairer une ville de 100,000 âmes ; nous allons brièvement passer en revue leur distribution.

La galerie des Machines est illuminée au point que l'on s'y promène comme en plein jour. C'est superbe

de clarté ; il ne reste pas un coin dans l'ombre. La grande nef a cependant 44,000 mètres carrés de superficie. En outre, la galerie de 18 mètres de largeur, des bas côtés au rez-de-chaussée, présente une surface totale de planchers de 16,675 mètres sur 8 mètres de

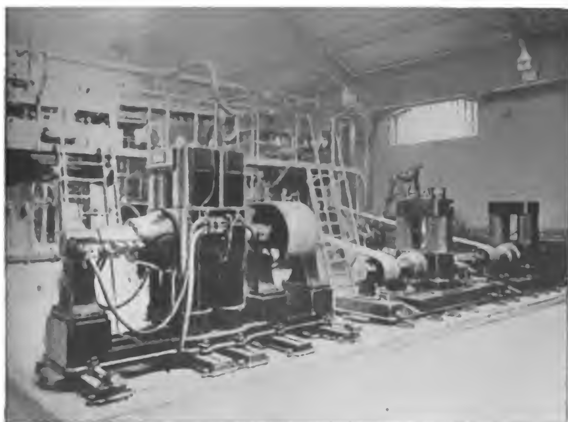


Fig. 269. — Station centrale Edison.

Dynamo Edison à excitation dérivée (série 1885, type n° 8) de 100,000 Watts. | Deux dynamos Edison à excitation dérivée (série 1885, type 7 *bis*) de 60,500 Watts.

hauteur de plafond ; puis la même galerie se répète au premier étage avec la même superficie, ce qui fait que la surface totale des planchers à éclairer du palais des Machines est très voisine de 77,000 mètres carrés, soit près de 8 hectares. Le volume de ce colossal vaisseau est de 2 millions de mètres cubes. Voici comment M. Fontaine a installé l'éclairage du palais :

Dans la grande nef on a placé quatre lustres dans l'axe longitudinal, à distances à peu près égales, et à 35 mètres d'élévation; ils sont manœuvrés avec des treuils. Chaque lustre est composé de 12 régulateurs, brûlant à feu nu, et de 60 ampères. Un régulateur de 60 ampères donne une intensité lumineuse de 1,000 carcels. Chaque lustre représente donc 12,000 carcels. Les crayons de charbon de ces foyers ont 2 centimètres 1/2 de diamètre. Les régulateurs sont disposés en couronne sur un cercle de fer de 3 mètres de diamètre ; les arcs voltaïques ne sont donc distants que de 80 centimètres. Les quatre régulateurs fournissent au total 48,000 carcels; ce qui aurait pu suffire à l'éclairage de la nef. Ils sont alimentés par l'usine Gramme, sous 200 volts de différence de potentiel. Mais, en outre et indépendamment, on a installé 86 régulateurs de 25 ampères, à 15 mètres du sol, sur 5 rangs longitudinaux et sur 18 rangs transversaux, soit un régulateur par environ 400 mètres de surface. Ces foyers sont munis de globes de verre clair de 45 centimètres de diamètre. Les crayons ont un diamètre uniforme de 14 millimètres. Un régulateur de 25 ampères fournit 350 carcels. De ce chef, la lumière répandue encore dans la nef est donc de 30,100 carcels (1).

Enfin, les bas côtés du rez-de-chaussée et les galeries du premier étage sont éclairés encore au moyen de 276 régulateurs de 8 ampères, placés à 5 mètres

(1) Ces régulateurs ont été répartis entre les adhérents au syndicat, qui sont : MM. Crompton (Angleterre), 24; Ducommun (Alsace), 20; Sautter-Lemonnier (France), 12; Jaspar (Belgique), 9; Société belge de transport de la force à grande distance, 6; Borssat (France), 5; Société française de matériel agricole, 4; Henrion (de Nancy), 4.

du plancher. Un régulateur de 8 ampères équivaut à 100 carcels. Donc encore à ajouter 27,600 carcels (1), c'est de la prodigalité. On a concentré dans le palais des Machines 105,600 carcels. Sur le seul plancher du

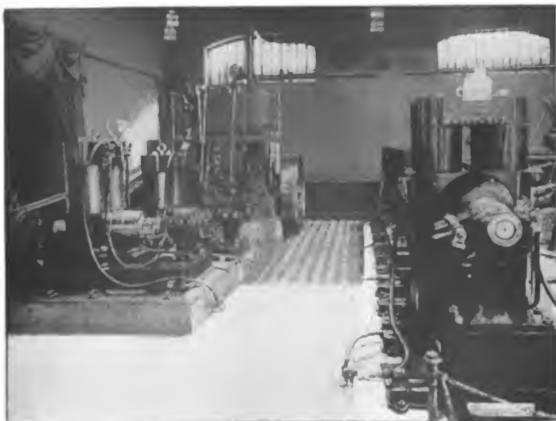


Fig. 270. — Station centrale Edison.

2 dynamos Edison à excitation dérivée (série 1885). — Puissance 500 Watts. (110 Volts = 500 Ampères.) | Dynamo Edison à excitation dérivée (série 1885). — Puissance de 100,000 Watts. (110 Volts = 900 Ampères.)

Derrière cette dynamo, au fond de la salle, sont 2 dynamos de 60,000 Watts actionnées par un moteur Weyher et Richmond, triple expansion de 160 chevaux, qui commande les dynamos par 2 courroies placées, l'une sur le volant-poulie, l'autre sur la poulie opposée

rez-de-chaussée on dispose de 78,100 becs, près de 2 becs Carcel par mètre superficiel.

Mais il ne faut pas confondre le pouvoir lumineux

(1) Ces 276 régulateurs ont été posés par les exposants déjà cités, auxquels il faut adjoindre MM. Allioth et Cie, les ateliers d'Œrlikon et la Compagnie Popp.

d'un foyer avec sa puissance d'éclairement. En réalité, dans les espaces couverts, tous les brûleurs contribuent à l'éclairage de chaque point; l'éclairement bénéficie du voisinage de tous ces foyers multiples et l'intensité lumineuse totale est très supérieure à la somme des intensités partielles de chaque foyer.

M. Brault a recherché comment était éclairée une feuille de papier blanc placée horizontalement et promenée en divers points du plancher. Il a trouvé que, selon les régions où on faisait l'expérience, un mètre carré de papier recevait des foyers de 60 ampères un éclairage compris entre 2 et 10 carcels, et des foyers de 25 ampères, de 3 à 6 carcels. La moyenne de l'éclairement du plancher par les deux genres de foyers atteint 10 carcels par mètre. Il faudrait donc en conclure que la lumière répandue dans la nef du palais des Machines atteindrait en fait et à elle seule 440,000 carcels. L'Administration avait demandé pour l'éclairage public qu'on lui assurât une intensité de 150,000 carcels. Dans le seul palais des Machines, on relèverait, si les déterminations de M. Brault sont exactes, près de trois fois l'intensité totale réclamée d'abord pour l'ensemble de l'éclairage public du Champ-de-Mars.

Ajoutons que la maison Sautter-Lemonnier a encore placé au centre du palais des Machines, en face du vestibule d'entrée, un phare tournant, analogue à celui de la tour Eiffel, d'une intensité de 3,000 carcels, et un projecteur de $1^{m},50$ de diamètre, d'une puissance de 10,000 carcels.

Les escaliers du palais ont néanmoins leur éclairage spécial. Escalier, côté de l'École-Militaire, 200 lampes à incandescence de 8 bougies Woodhouse et Rawson;

les bureaux agencés sous l'escalier, 10 lampes de 250 bougies de M. Garnot. Le grand escalier, côté de l'avenue de Suffren, 360 lampes de 8 bougies Jarriant.

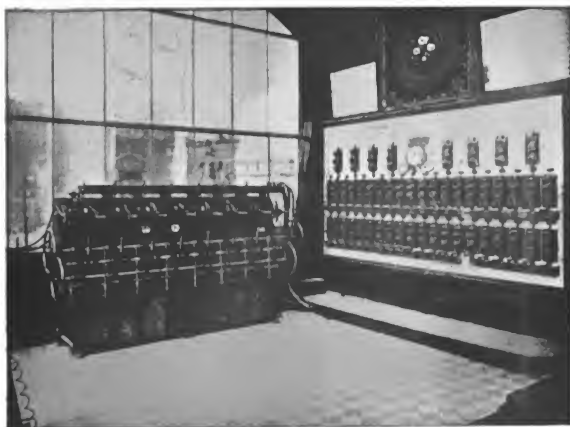


FIG. 271. — Station centrale Edison.

La canalisation est à 3 conducteurs sous 110 Volts par pont. Différence de potentiel aux conducteurs extrêmes = 220 Volts. Appareil de couplage des dynamos avec barre collectrice.

Tableau général de distribution comprenant 22 circuits sur canalisation à 3 conducteurs, et 2 circuits à 2 conduct., chaque pôle de chaque circuit ayant un interrupteur à verrou.

L'escalier, côté avenue de La Bourdonnais, 160 lampes de 8 bougies Crompton. Voilà pour les machines.

L'annexe de la classe des chemins de fer occupe, à côté de la galerie des Machines, un rectangle de 187 mètres de long, sur 30 mètres de large, soit une superficie de 5,718 mètres carrés. M. Borssat l'a éclairée avec 5 régulateurs de 25 ampères et 30 de 8 ampères. Le vestibule d'entrée du palais des Ma-

chines est éclairé par 10 régulateurs de 8 ampères et 320 lampes de 8 bougies; l'installation est due à la Société des forges et chantiers de la Méditerranée.

La grande rue centrale du Dôme a reçu de son côté une illumination non moins belle. Sur toute sa longueur, on a placé 70 régulateurs Cance de 8 ampères, et 5, de 25 ampères, à la façade du Dôme. Le courant est fourni par la Société de la Transmission de la force par l'électricité. A la naissance du Dôme, la Société Gramme allume une couronne de 48 lampes, de 500 bougies; au premier étage, le syndicat des brevets Clerc a installé 16 lampes-soleils; sous les voussures d'angle, la Société de Transmission électrique allume 14 lustres de 20 lampes. C'est elle aussi qui éclaire les galeries de raccordement, la galerie Desaix qui sépare le palais des Industries diverses de celui des Arts libéraux, la pelouse centrale, le terre-plein de la statue de la République, certains velums, le restaurant russe, le restaurant des Ambassadeurs, etc. Cette Société allume encore 120 régulateurs pour l'éclairage des galeries des restaurants, pour les pourtours des pavillons de la Ville de Paris, y compris la galerie Desaix, enfin, et au total, 2,500 lampes à incandescence.

L'usine Edison envoie le courant à 22 régulateurs, à la porte Rapp; à 46 régulateurs, dans la galerie des Beaux-Arts; à 30 régulateurs, sur la façade extérieure du palais des Beaux-Arts; à 160 lampes, dans les bureaux de la Direction générale; à 150 lampes, au pavillon de la Presse, etc. En outre, elle allume 1,000 lampes sous les velums du jardin central, 330 aux porches du palais des Beaux-Arts et à l'entrée Rapp; 4,000 en bordure des pelouses, des bassins et des fon-

taines, 1,000 dans les massifs du jardin central. C'est encore elle qui alimente 15 régulateurs au théâtre des Folies-Parisiennes et 120 lampes; 120 lampes au pavillon des Téléphones et 3 régulateurs; au pavillon



Thos A Edison

des Diamants du Cap, 6 régulateurs et 26 lampes ; au pavillon du Mexique, 22 régulateurs et 400 lampes ; au pavillon de Suez, 9 régulateurs : au pavillon de l'Équateur, 50 lampes, etc. Tout cela est resplendissant.

En somme, on peut dire que, dans le parc, la Société

de Transmission électrique s'est chargée de l'éclairage du jardin supérieur et des kiosques des orchestres; la Société Edison, du jardin central avec l'aide, pour quelques parties accessoires, de la Compagnie électrique et de la Société « l'Éclairage électrique ». L'éclairage de la façade des Arts libéraux a été fourni par la Compagnie électrique, 34 régulateurs de 8 ampères. De son côté, la Société « l'Éclairage électrique » s'est chargée de la partie nord du palais des Beaux-Arts : 34 régulateurs contre la façade, 12 régulateurs dans les massifs et 23 bougies Jablochkoff, à l'entrée des escaliers. Tout le jardin inférieur est dans les attributions de cette Société, ainsi que les abords de la Seine. Nombreux foyers sur le pont d'Iéna, annexes de l'agriculture, passerelles, tranchées de chemins de fer, etc. Cette Société éclaire aussi les Invalides; elle a pour auxiliaire, à l'Esplanade, la Société Genest et Herscher et la maison Garnot qui possède une force motrice importante de 100 chevaux. Au Trocadéro, la Société Gramme a installé un moteur à gaz de 16 chevaux, actionnant une dynamo qui alimente 2 arcs et 140 lampes à incandescence au restaurant de France.

Les installations électriques ont nécessité la pose de plus de un million de mètres de câbles aériens et souterrains. Limitons ici cette nomenclature qu'il est superflu d'allonger encore. Nous avons voulu fixer pour l'avenir la part qui revient à chacun dans cet éblouissement des yeux.

L'illumination des fontaines est comprise dans le service du syndicat. C'est la station Gramme qui envoie le courant aux fontaines lumineuses. Au moment où l'on doit éclairer les gerbes, on éteint, dans la ga-

lerie des Machines, 9 régulateurs sur les 12 qui composent les grands lustres, et le courant qui leur est enlevé est envoyé aux régulateurs du sous-sol des fontaines. Il est donc préférable de visiter la galerie des Machines pendant que les fontaines ne jouent pas.

Essayons maintenant, avant de finir, d'évaluer la quantité de lumière produite dans l'enceinte du Champ-de-Mars. Avec le directeur du syndicat, M. Fontaine, nous admettrons les intensités lumineuses suivantes :

Régulateur à arc de 8 ampères	100 carcels.
— 12 —	200 —
— 25 —	350 —
— 60 —	1,000 —
Bougie Jablochkoff	40 —
Lampe-soleil	100 —
Lampes à incandescence de 100 volts et 12 ampères.	50 —
Lampes 6 ampères	25 —
— 1/2 ampère.	1 —
— 1/5 ampère.	1/2 —

Comme on a installé au moins 50 régulateurs à 1,000 becs, 100 à 350, 10 à 200, 725 à 100, on a déjà de ce côté 162,000 carcels. De plus, on dispose de 100 bougies Jablochkoff, de 16 lampes-soleils, de 72 lampes à incandescence de 50 carcels, 10 de 25 et d'environ 10,000 lampes à incandescence depuis 1/2 jusqu'à 10 carcels ; donc à ajouter encore 14,680 carcels. Au total, l'intensité peut être fixée à plus de 180,000 carcels, soit environ un million cinq cent mille bougies.

Au Trocadéro, l'éclairage électrique équivaut à 4,500 bougies; à l'Esplanade des Invalides, à 120,000 bougies.

En fin de compte, toute cette lumière est engendrée par la combustion d'environ 10,000 à 12,000 kilogrammes de houille par heure (1). D'une part un grand brasier, de l'autre des torrents de lumière! La chaleur du brasier se transforme en électricité et l'électricité en lumière. On parvient ainsi à faire courir sur des fils et à utiliser sur place l'énergie engendrée par la combustion du charbon.

(1) D'après cela, chaque bec Carcel ne dépense en charbon, par heure, qu'environ 60 grammes, soit à peu près deux dixièmes de centime. En ajoutant les frais de matériel et de personnel, le prix de revient de la carcel est encore bas et inférieur à celui du gaz.

XI

LA TOUR DE 300 MÈTRES

La Tour de 300 mètres. — Les grandes tours. — Obélisque de Washington. — La colonne de Turin. — Projet Bourdais-Sébillot. — Projet Eiffel. — Origine et genèse. — Hauteur comparée des principaux monuments. — Les premiers travaux. — Fondations. — Les quatre piles. — Pressions sur le sol. — Pressions sur la pierre. — Les pieds de la tour. — Montage. — Inclinaison des montants. — Le premier étage. — Raccordement des poutres horizontales et des montants. — Les presses hydrauliques. — Soulèvement en bloc de la tour. — Le travail en l'air. — Résistance contre le vent. — Stabilité exceptionnelle. — Poids des fers. — Poids total de la tour. — Prix de revient. — Conventions avec l'État et la Ville. — Exploitation.

PARIS possède, en 1889, le monument le plus haut que l'homme ait jamais élevé sur terre. A l'entrée du Champ-de-Mars, devant le pont d'Iéna, comme un gigantesque portique, servant d'entrée à l'Exposition, se dresse, superbe, la tour de 300 mètres. Une grande partie du monde civilisé a passé sous cet immense arc de triomphe, symbole de la victoire toute pacifique du génie humain.

Elle était depuis bien longtemps dans l'air, l'idée de cette construction colossale. Depuis la tour de Babel,

l'homme a toujours rêvé d'ériger une tour dont la flèche élancée allât se perdre dans le bleu du ciel. Pendant des siècles, l'œuvre parut rester au-dessus des efforts des constructeurs ; on n'essaya même pas de la réaliser. Toutefois, en 1832, le vote du bill de réforme suggéra au célèbre ingénieur anglais Trevithick le projet de perpétuer le souvenir de cet événement par l'érection d'une colonne de 1,000 pieds (304^{m},80).

Dans une note insérée au *Morning Herald*, du 19 juillet 1833, Trevithick proposa de tenir un meeting et d'ouvrir une souscription où seraient admises toutes les cotisations, même les plus faibles. La colonne devait être à jour et en fonte, de 1,000 pieds de hauteur, avec un diamètre à la base de 30 mètres et au sommet un diamètre de 3 mètres 60.

On devait employer pour la construire 1,500 plaques de fonte, de 3 mètres de côté, avec évidement circulaire au centre de 1^{m},80 de diamètre. Les plaques auraient eu 50 millimètres d'épaisseur, avec des brides sur les côtés pour permettre l'assemblage par boulons avec interposition de plaques de plomb. Chaque plaque pesant 3 tonnes, le poids total eût été d'environ 6,000 tonnes. La colonne devait reposer sur une fondation circulaire avec soubassement de 18 mètres de hauteur. Elle devait se terminer par un chapiteau avec plate-forme de 15 mètres de diamètre portant une statue de 12 mètres de hauteur. Au centre de la colonne on eût installé un tube-piston mû par l'air comprimé qui se serait élevé de la base au sommet pour monter les curieux. En cinq minutes cet ascenseur aurait parcouru le trajet total à la vitesse de 1 mètre par seconde.

Le dessin de cette colonne fut publié par les jour-

naux du temps. Trevithick réclamait un an pour élever le monument et il évaluait la dépense à 2 millions de francs. Les plans furent présentés au roi Guillaume le 1er mars 1833. Mais Trevithick mourut le 21 avril



de la même année et après lui on n'entendit plus parler de la colonne de la Réforme.

En 1848, les Américains conçurent le projet plus modeste d'élever à Washington un obélisque de 183 mètres et ils commencèrent la construction ; mais en 1854 alors que la pyramide était parvenue à 46 mètres de hauteur, on s'aperçut qu'elle penchait d'une façon inquiétante ; on suspendit les travaux. En 1877, on fit de nouvelles

fondations, on reprit la construction de la partie supérieure et l'on s'en tint, par prudence, à la hauteur de 169 mètres. On avança de 1880 à 1885 à peu près au taux de 30 mètres par an.

L'obélisque a été inauguré le 20 février 1885, jour du 50ᵉ anniversaire de la fondation de Washington. Il a coûté 7,100,000 francs. Les principales dimensions sont : hauteur au-dessus des fondations, avec chapiteau, 169ᵐ,16 ; sans chapiteau, 152ᵐ,39. La base est un carré de 16ᵐ,75 de côté. Au sommet, le carré n'a plus que 10ᵐ,69 de côté. La base se prolonge sur une hauteur de 45ᵐ,72. La muraille a une épaisseur de 4ᵐ,56 à la base et de 0ᵐ,50 au sommet. Les fondations ont 11ᵐ,28 de profondeur. Le côté de la base mesure 38ᵐ,40. Sur le premier massif de béton, qui a 4 mètres d'épaisseur, est assis un second massif de 30ᵐ,48 de côté et de 7ᵐ,17 de hauteur, avec environ 20 mètres de côté à la base supérieure.

A l'intérieur, sur 45 mètres de haut, la tour a 7ᵐ,67 de diamètre ; au delà, l'épaisseur de la muraille diminuant, elle a 9ᵐ,63 : enfin, à partir du chapiteau, qui a 16ᵐ,86 de haut, le diamètre est de 10ᵐ,69.

Les parements extérieurs de cette haute pyramide sont, de la base au sommet, en marbre blanc. Le gros de maçonnerie, qui a 4ᵐ,56 d'épaisseur à la base, est en granit. Ce n'est que vers le sommet, dans la partie où le monument n'a plus que 0ᵐ,50 d'épaisseur, que l'on a employé exclusivement le marbre. Les matériaux ont été montés à l'aide d'un ascenseur à vapeur, à treuil et à double câble en fils d'acier. Cet ascenseur a été établi à titre définitif ; il sert maintenant à élever les visiteurs qui ne veulent pas s'astreindre à gravir les

910 marches de l'escalier, ascension laborieuse qui exige plus de 35 minutes. Il est question d'entourer cet immense obélisque d'un monument circulaire non moins immense qui servirait de Panthéon pour les illustrations des États-Unis.

En 1874, à l'occasion de l'Exposition de Philadelphie, MM. Clarke et Reeves, les célèbres ingénieurs américains, proposèrent de bâtir une tour de 304 mètres. A Bruxelles, on parla aussi d'ériger une tour de 200 mètres, en bois. En Italie, à Turin, on vient de terminer, au mois de mars dernier, une tour de 170 mètres, la tour *Mole Antonelliana*, plus élevée d'un mètre que l'obélisque de Washington. Le Génie de la maison de Savoie couronne l'édifice. Évidemment, les peuples étaient hantés du désir de construire la plus élevée des tours. L'heure psychologique était proche; le centenaire de 1789 devait la faire sonner.

En 1881, un ingénieur, M. Sébillot, était revenu d'Amérique avec le dessin d'une tour de 300 mètres, surmontée d'un foyer électrique destiné à éclairer Paris. L'idée fut reprise en commun par MM. Bourdais et Sébillot; la tour devait avoir 370 mètres : 300 mètres en pierre, 70 mètres en tôle. Un second projet d'une tour tout en fer fut encore présenté en 1885 à la commission de l'Exposition par M. Bourdais Mais en même temps M. G. Eiffel, de son côté, préparait l'édification d'une grande tour métallique. C'est M. Nouguier, ingénieur de la maison Eiffel, qui le premier, conçut cette tour; avec la collaboration de MM. Kœchlin et Sauvestre, il la dessina et la calcula. Le projet finit par séduire M. Eiffel lui-même, qui résolut d'en entreprendre la réalisation avec quelques mo-



Fig. 275. — Viaduc de la Bouble, sur la ligne de Commentry à Gannat, construit par la maison Cail en 1869.

difications. La possibilité de construire une tour aussi élevée ressortait avec évidence de plusieurs travaux antérieurs. Il faut chercher la genèse de la tour de 300 mètres dans l'étude préalable des grandes piles métalliques que l'on a élevées dans ces vingt dernières années pour différents viaducs. Il n'est pas superflu de montrer comment peu à peu on a été conduit à construire de hautes piles résistant au vent. L'histoire de la tour touche à certains égards à l'histoire des viaducs métalliques.

Le plus ancien ouvrage métallique de ce genre date de 1853; c'est le viaduc de Crumlin, dans le pays de Galles; les piles étaient des charpentes en fonte de 53 mètres de hauteur. En 1854, on exécute de même le viaduc de la Sitter en Suisse entre Saint-Gall et Winterthur avec des piles de 47 mètres. En 1857, les ingéineurs du Creusot entreprennent sur la

ligne de Lausanne à Berne, dont M. Nordling était l'ingénieur en chef, le viaduc de la Sarine près de Fribourg, avec des piles métalliques de 43 mètres. La superstructure métallique avait pour conséquence une grande économie, près de 50 p. 100 d'économie sur la pierre. Aussi M. Nordling, passé au réseau central de la compagnie d'Orléans, n'hésite pas à adopter également le métal pour le Busseau d'Ahun qui franchit la Creuse et pour le viaduc de la Cère sur la ligne de Figeac à Aurillac. Le premier, guidé par des considérations de résistance et d'esthétique, il construisit des piles de 35 mètres en forme de troncs de cônes, formées chacune de huit arbalétriers ou colonnes en fonte supportant une poutre en treillis à travées de 45 mètres. Ces deux ouvrages, achevés en 1865, furent justement admirés pour leur grande légèreté. C'est encore M. Nordling qui fit exécuter, moitié par la maison Cail, moitié par la maison

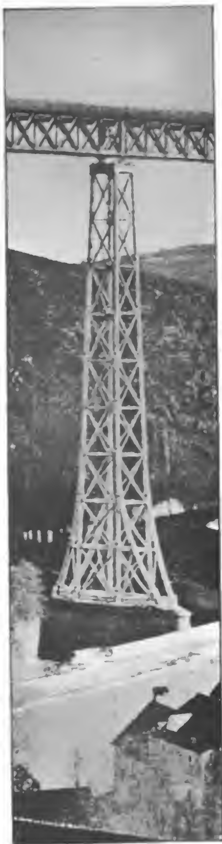


Fig. 276. — Viaduc de la Sioulle, sur la ligne de Commentry à Gannat, construit par M. Eiffel en 1869.

Eiffel, quatre viaducs métalliques à simple voie, sur la ligne de Commentry à Gannat. L'un de ces ouvrages, celui de la Bouble, a des piles de 56 mètres formées seulement de quatre arbalétriers en fonte reliés par des étrésillons en fer ; ce travail fut terminé en 1870. Nous voilà arrivés peu à peu à la forme pyramidale des piles et à quatre simples arbalétriers. Il n'y avait plus qu'à remplacer la fonte par le fer dont le prix de revient a été si fort abaissé, pour arriver aux constructions plus récentes, au viaduc du Douro en Portugal commencé en 1877.

Le Douro, très large, profond de 15 à 20 mètres aux environs de Porto, avec un courant rapide, ne permettait pas la fondation en maçonnerie ; il fallait franchir l'obstacle par une seule travée, soit 160 mètres, d'une rive à l'autre. Les Américains avaient déjà, de 1868 à 1870, jeté sur le Mississipi un pont en tubes d'acier dont les travées en forme d'arcs surbaissés avaient environ 157 mètres d'ouverture. Mais si l'on avait construit un arc surbaissé sur le Douro, on barrait l'entrée du port. C'est alors que M. Eiffel eut l'idée hardie de jeter sur ce vide immense un arc métallique à courbe très accentuée qui monterait assez haut pour porter directement le tablier destiné au chemin de fer, tandis que ses reins serviraient d'appui à deux petites piles diminuant de moitié la partie comprise entre le sommet de l'arc et les supports métalliques extrêmes fondés sur le roc. Les éléments de cet arc furent calculés par M. Seyrig, alors associé de M. Eiffel. L'arc a 160 mètres de portée avec 42 mètres de flèche. A ses deux extrémités, il s'appuie sur une rotule comme on l'a fait pour les grands arcs de la galerie des Ma-

chines, comme l'avait fait M. Oudry au pont tournant de Brest. Le succès du viaduc de *Maria Pia* engagea le gouvernement portugais à édifier ensuite le pont-viaduc de *Luis Ier* destiné à fournir une double communication : un passage inférieur entre le quai de Porto et celui de Villanova de Gaia, un passage supérieur reliant les plateaux voisins à 62 mètres au-dessus du fleuve. Ce fut le projet de M. Seyrig qui fut adopté et exécuté en 1885. C'est un peu la répétition du précédent viaduc avec portée plus grande de 172 mètres et passerelle inférieure suspendue à l'arc sur lequel porte le pont, un peu aussi comme la passerelle du pont de l'Alma est suspendue à l'arc ogival que MM. Moissant, Laurent et Cie ont jeté pour le passage des visiteurs au-dessus des avenues Rapp et Bosquet. L'arc est aussi appuyé sur des rotules.

Un peu avant qu'on exécutât ce travail, on se préoccupait, en France, de terminer le chemin de fer de Saint-Flour à Marvejols. A 10 kilomètres de Saint-Flour s'ouvre une gorge profonde, la gorge de la Trueyre, affluent du Lot. Il eût fallu faire un long détour pour trouver des rives assez basses permettant de jeter un pont aux dimensions ordinaires, ce qui augmentait les dépenses. M. Léon Boyer, le regretté ingénieur que nous avons perdu à Panama, eut l'idée de faire pour le Trueyre ce qui avait si bien réussi au Douro. Il projeta d'asseoir la portée centrale du tablier sur un grand arc. La portée était celle de Porto à très peu près, mais la hauteur du sol au-dessus de la rivière atteignait 124 mètres, le double de ce qu'elle est en Portugal ; la longueur totale du tablier métallique,

reposant sur l'arc et sur des piles ayant le rocher pour fondement et sur celles qui supporteraient les reins de l'arc, s'élève à 564 mètres. Le Conseil général des Ponts et Chaussées accepta le projet de M. Boyer en 1879 et « décida qu'il convenait d'en confier l'entreprise à M. Eiffel qui pouvait en revendiquer la première paternité (1) ». Ainsi s'éleva le célèbre viaduc de Garabit (2).

Nous avons insisté sur ces détails rétrospectifs, parce qu'on le voit bien, les grandes piles ont réellement servi de genèse à la tour de 300 mètres, et réciproquement l'exécution de la tour démontre que maintenant on pourra établir des piles de grande hauteur. M. Eiffel lui-même, pour bien montrer que la tour était parfaitement exécutable, et qu'il ne promettait rien qu'il ne pût tenir, avait déjà étudié des piles d'une hauteur de 125 à 130 mètres; il avait exposé les dessins devant la Société des ingénieurs civils, et indiqué les moyens qu'il comptait employer pour l'exécution.

Du reste, M. Nordling, l'auteur, en France, de nos premiers viaducs métalliques, s'exprimait ainsi en 1864 : « L'art moderne a réalisé simultanément deux importants progrès dans la construction des ponts et des viaducs. L'un consiste dans l'application de l'air comprimé sous l'eau, l'autre dans l'application de la charpente métallique aux piles des viaducs. Le premier permet de descendre les fondations à des profondeurs autrefois inabordables; le second, d'atteindre

(1) M. de Lapparent, *le Correspondant* du 25 août 1889.
(2) Voir le dessin au chapitre consacré aux Travaux publics.

des *hauteurs auxquelles on n'aperçoit pas de limites* (1). »

C'est encore M. Nordling qui étudia le premier avec soin l'influence si prépondérante du vent sur les hautes piles. Le résultat analytique auquel il a été conduit a été contrôlé sur les piles des viaducs de Busseau et de la Cère ; il est curieux ; les efforts de traction et de compression augmentent de moins en moins, selon une loi simple, avec la hauteur. Ainsi, si l'on doublait la hauteur des piles du système de Busseau, l'effort de traction n'augmenterait que de 43 p. 100 et l'effort de compression de 24 p. 100. Mais si l'on triplait la hauteur, l'effort de traction augmenterait de 37 p. 100 seulement et celui de compression de 41 p. 100. Pour le viaduc de la Cère, si l'on double la hauteur des piles, l'effort de traction n'augmente que de 21 p. 100 et l'effort de compression de 27 p. 100.

Enfin, si l'on triple la hauteur, l'effort de traction n'augmente plus que de 6 p. 100 et celui de compression de 44 p. 100. D'après cela, on voit que les efforts dus au vent diminuent sensiblement à partir de 125 mètres.

M. Nordling a insisté aussi le premier sur la suppression des arbalétriers intermédiaires. Il est un premier moyen, dit-il, d'une efficacité puissante qui réduit les efforts de traction, c'est de supprimer les arbalétriers intermédiaires et de concentrer toute la charge sur les *quatre arbalétriers d'angle*... Le nombre des arbalétriers, qui est de 14 à Crumlin, de 12 à Fribourg, de 8 à Busseau et à la Cère, est ainsi défini-

(1) Mémoire sur les piles en charpente métallique de grands viaducs. *Annales des Ponts et Chaussées.* — Paris, 1864.

tivement réduit à 4 par pile. C'est le nombre adopté par la maison Cail pour quelques piles métalliques exécutées en Espagne (1).

Sans insister davantage sur ces détails techniques, on voit apparaître peu à peu dans les recherches antérieures les principes fondamentaux que M. Eiffel a su si parfaitement mettre en œuvre dans son incomparable et gigantesque pylône. C'est ainsi que l'éminent ingénieur fut conduit à admettre, pour les pieds de la tour, quatre simples arbalétriers d'angle, à supprimer les grandes diagonales et entretoises qui alourdissaient tant autrefois les constructions. L'intervention des pièces en croix devient superflue du moment où l'on rend l'effort du vent perpendiculaire aux arêtes des arbalétriers. Et pour rendre la force perpendiculaire aux arêtes, il suffit de donner partout, de bas en haut, à cette arête, une courbure caractéristique, celle que l'on retrouve dans le profil des piles en pierre des grands viaducs construits par les ingénieurs des Ponts et Chaussées. Cette courbe d'égale résistance est telle qu'en chaque point, la direction de l'arête vient se rencontrer au point d'application de la résultante du vent. Voilà pourquoi on a donné aux arbalétriers de la tour cette courbure spéciale qui frappe le public. Tout l'effort porte sur les arêtes des piliers, et il a suffi de remplacer les lourdes pièces de fer de jonction à l'intérieur par de légères entretoises qui n'ont d'autre but que d'assurer l'invariabilité du système.

Quatre grandes arêtes, un prisme, et la construc-

(1) Mémoire cité, p. 117.

tion peut défier les efforts du vent. La forme de la tour n'a donc pas été choisie arbitrairement, ni davantage pour obéir à des considérations d'ordre architectural; elle résulte directement du calcul.

Les détails dans lesquels nous sommes entrés n'ont nullement pour but de diminuer les mérites de M. Eiffel. Tout est dans tout. Sans lui, la tour serait sans doute encore à construire. Il a fallu non seulement de grandes qualités personnelles pour entreprendre cette œuvre colossale et la mener à bonne fin, mais encore une organisation très puissante, un outillage hors ligne, une usine aménagée et déjà entraînée pour de grands travaux. A l'usine de Levallois-Perret, on est parvenu à simplifier le travail, à substituer à un montage lent et coûteux un montage rapide et économique, au moyen de pièces toutes découpées à l'avance et toutes prêtes à river.

Étant données ces diverses conditions de succès, on pouvait avancer que la tour pourrait être élevée dans un temps très court et avec une dépense relativement faible.

En outre, le fer est dix fois plus résistant que le bois, vingt fois plus que la pierre; le métal est doué d'élasticité, ce qui lui permet de résister aux efforts de tension aussi bien qu'aux efforts d'extension. La légèreté des constructions en fer donne le moyen de diminuer l'importance des supports et des fondations.

La construction du pont de Forth confirmait d'ailleurs les vues de M. Eiffel. Les deux travées de ce pont ont l'énorme ouverture de 517 mètres, et les piles en fer ont 110 mètres de hauteur.

Le projet était donc séduisant; il devenait ainsi l'ex-

pression même de l'art de l'ingénieur en 1889; c'était à la fois un objet d'exposition et le témoignage le plus frappant que l'on puisse imaginer du caractère qu'ont

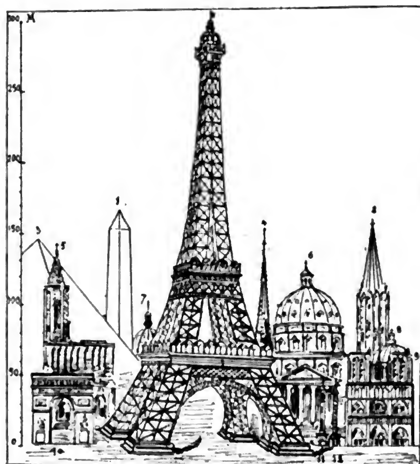


Fig. 277. — Tour Eiffel.

Hauteurs respectives des plus grands monuments du globe.

1. Obélisque de Washington (169m). — 2. Cathédrale de Cologne (159m). — 3. Pyramide (146m). — 4. Cathédrale de Rouen (150m). — 5. Cathédrale de Strasbourg (142m). — 6. Saint-Pierre de Rome (132m). — 7. Invalides (105m). — 8. Panthéon (83m). — 9. Notre-Dame (66m). — 10. Arc de Triomphe (49m).

pris à notre époque les grands travaux d'art. Aussi parut-il à la commission de l'Exposition tout à fait réalisable. M. Alphand accepta les plans, et, le 8 janvier 1887, fut signée la convention avec l'État et avec la ville de Paris; convention qui fixait les conditions dans lesquelles la tour devait être construite.

La tour Eiffel a été popularisée par le dessin dès la fin de 1886; tout le monde en connaît l'esquisse générale. Quatre grands pieds inclinés s'élèvent du sol et soutiennent à 55 mètres un plancher qui forme le premier étage. Au delà, quatre nouveaux supports forment une pyramide assise sur la première et aboutissant à 115 mètres de hauteur. Enfin, sur le second étage se dresse comme une colonne une troisième pyramide aux formes de plus en plus élancées, se terminant par un chapiteau avec terrasse à 276 mètres, et par un campanile dont le sommet est exactement à 300 mètres du sol. A la base les quatre piles de soutien dessinent un carré de $129^{m},22$ de côté ; la tour occupe donc plus d'un hectare de superficie. L'axe de la tour est dans l'axe même du Champ-de-Mars, et comme celui-ci est incliné à 45° sur le méridien, il en résulte que les quatre piles sont exactement placées aux quatre points cardinaux. Les deux piles du côté du pont d'Iéna regardent le nord et l'ouest ; celles du côté opposé, l'est et le sud. Aussi les désigne-t-on respectivement sous les noms de pile Nord (n° 1), pile Est (n° 2), pile Sud (n° 3), pile Ouest (n° 4).

La tour de Paris est sans contredit le monument le plus élevé du monde, comme il est facile de s'en rendre compte par les chiffres comparatifs suivants :

Colonne de la place Vendôme, 43 mètres ;
Colonne de la Bastille, 47 mètres ;
Balustrade de Notre-Dame de Paris, 66 mètres ;
Sommet du Panthéon, 79 mètres ;
Capitole de Washington, 93 mètres ;
Cathédrale d'Amiens, 100 mètres ;
Flèche des Invalides, 105 mètres ;

Coupole de Saint-Paul (Londres), 110 mètres;
Clocher de la cathédrale de Chartres, 113 mètres;
Tour Saint-Michel (Bordeaux), 113 mètres;
Flèche de la cathédrale d'Anvers, 120 mètres;
Coupole de Saint-Pierre de Rouen, 132 mètres;
La tour Saint-Étienne (Vienne), 138 mètres;
Flèche de la cathédrale de Strasbourg, 142 mètres;
Pyramide de Chéops (Égypte), 142 mètres;
Flèche de la cathédrale de Rouen, 150 mètres;
Tour de la cathédrale de Cologne, 156 mètres;
Obélisque de Washington, 169 mètres;
Tour de *Mole Antonelliana* (Turin), 170 mètres.

Tout le monde peut monter aujourd'hui à la troisième plate-forme de la grande tour; mais tout le monde n'aura pu suivre les détails de la construction, ni assister au montage de cette ossature immense. Et cependant il s'attache un intérêt particulier à l'édification de la tour. Elle est sortie de terre comme par enchantement, avec une rapidité étonnante; il eût fallu, avec la pierre, compter par années : on a compté par mois avec le fer.

Le premier coup de pioche fut donné au Champ-de-Mars le 28 janvier 1887; il n'a fallu que dix mois à peine pour établir les fondations et atteindre le premier étage. Au milieu de juin 1888, on était parvenu au deuxième étage, à 115 mètres; on a tiré sur la deuxième plate-forme le feu d'artifice du 14 juillet. Le 31 mars 1889 le drapeau tricolore flottait sur la tour complètement édifiée, jusqu'à son sommet de 300 mètres. Ces résultats remarquables sont dus à la façon méthodique et en quelque sorte mathématique avec laquelle on a conduit les travaux. Toutes les pièces avaient été dessi-

nées et préparées aux ateliers Eiffel ; elles arrivaient sur place prêtes à être posées et rivées. A l'usine de Levallois-Perret, on forgeait les fers provenant des usines de l'Est, on achevait toutes les pièces ; au Champ-de-Mars, on montait, on rectifiait quelques petits écarts impossibles à prévoir sur des portées aussi grandes, puis l'on rivait. Tout s'est succédé avec une régularité saisissante ; il y a là un exemple bien remarquable de la division du travail. Ingénieurs, chefs d'ateliers, monteurs, riveurs, ouvriers, tous ont eu conscience de leur rôle ; ils ont tous compris qu'il s'agissait d'une œuvre désormais nationale, et chacun, pour sa part, s'y est adonné de cœur et d'âme. On a travaillé, même par les plus grands froids, alors que la gelée paralysait les mains ; on se réchauffait une minute au feu des fourneaux à river, et, de nouveau, vite à la besogne. Et ainsi, toujours, par la neige, par la pluie, par les grands vents. Les autres chantiers du Champ-de-Mars se vidaient par les mauvais temps ; on voyait néanmoins briller les feux dans le chantier de la tour et monter et descendre les ouvriers, toujours et sans cesse à leur poste (1).

Le premier travail, et le plus difficile, c'étaient les fondations et le montage des quatre grands pieds jusqu'au 1er étage. L'emplacement avait été fixé, par l'administration, à l'entrée du Champ-de-Mars, sur l'ancien

(1) Le nombre maximum d'ouvriers a été de 200 ; il a été réduit à 150 et même à moins, à la fin des travaux. La paye a été de 80 centimes l'heure jusqu'au 31 août 1888 : elle a été augmentée de 5 centimes à partir du 1er septembre ; de 5 centimes à partir d'octobre, de 5 centimes encore à partir de novembre, et encore de 5 centimes pour le personnel des chantiers supérieurs, soit 1 fr. de l'heure dans ce dernier cas.

square. Le terrain du Champ-de-Mars se compose d'une couche d'argile de 16 mètres, recouverte de sable sur une épaisseur moyenne de 7 mètres. Mais, près du pont d'Iéna, on se trouva, dans certaines régions, sur



Fig. 278. — Tour de 300 Mètres.
Maçonnerie des piles au 3 avril 1887.

un ancien lit de la Seine : le sable y est marneux, vaseux, sans consistance. Les fondations des deux piles qui regardent l'École-Militaire ont pu être facilement établies sur une couche de sable avec une couche de béton et de ciment ; mais 100 mètres plus loin, les deux piles les plus rapprochées de la Seine n'auraient pu tenir sur le fond vaseux ; on a dû sonder jusqu'à

17 mètres de profondeur ; on n'a rencontré le gravier résistant qu'à 5 mètres environ au-dessous du niveau de la Seine ; l'argile se trouve plus bas sous une couche de plusieurs mètres de sable, de grès ferrugineux et de calcaire chlorité.

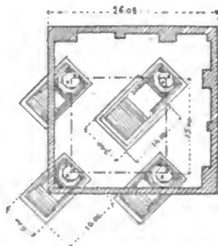


Fig. 279. — Tour Eiffel. Fondation d'un pilier.

La pile Nord, celle qui regarde Paris, fut assise sur une couche incompressible artificielle de 6 mètres d'épaisseur; celle d'Ouest, qui regarde Grenelle, seulement sur une couche de 3 mètres. Avec ces fondations, il n'y a aucun danger de tassement; car la pression exercée sur le terrain par chaque pile, eu égard à la grande surface d'appui, est plus faible que celle que produit sur le sol une maison à cinq étages ; elle ne dépasse pas 4 kilogrammes par centimètre carré, même par les grands vents; c'est à peu près la pression d'un mur de 9 mètres de hauteur sur le sol.



Fig. 280. — Ancrage dans les fondations. Coupe des piliers d'un montant de la Tour.

Il a fallu établir les fondations de la pile Nord à 5 mètres de profondeur au-dessous du niveau de la Seine; les eaux d'infiltration auraient noyé la fouille; on a eu recours, comme pour les piles de pont, aux caissons à air comprimé. Sur l'emplacement choisi, on

amena des caissons en tôle partagés horizontalement en deux étages. Celui du dessous, sans fond, communiquait par des cheminées avec celui du dessus et avec des machines à comprimer l'air. Celui du dessus était lesté avec du béton. Les ouvriers descendaient par les che-



Fig. 281. — Tour de 300 Mètres. (Pile n° 2.)
État des travaux au 24 juillet 1887.

minées dans le compartiment inférieur et, comme l'air comprimé refoulait l'eau, ils pouvaient enlever les terres à sec ; chaque caisse s'enfonçait ainsi dans la fouille à mesure de son approfondissement au taux de 30 centimètres par jour.

Chaque grand pied de la tour est constitué par quatre montants, et chaque montant a sa fondation parti-



Fig. 282. — Tour de 300 Mètres.

Vue des premiers échafaudages. Les montants construits en porte-à-faux.

culière ; on avait donc réuni sur l'emplacement de chaque pile quatre caissons de 15 mètres de long sur 6 mètres de large. Chaque fouille terminée, on l'emplit de béton avec ciment de Bourgogne, de sorte que la fondation se compose en définitive de quatre blocs de béton, dont chacun supporte un massif de maçonnerie noyé dans le sol. Aux angles de ce grand carré de maçonnerie de 15 mètres de côté, on a superposé en saillie deux revêtements de pierre de taille pour servir de base à chaque montant métallique. Ces revêtements de pierre sont inclinés à 52° dans le sens même de la direction donnée aux montants qui reposent sur eux par l'intermédiaire d'un sabot de fonte. Chaque montant est fixé au soubassement à l'aide de deux boulons de 7^m,80 de longueur sur 10 centimètres de diamètre, scellés dans la maçonnerie et engainés dans les sabots de fonte. Les grands montants tiendraient en place sans scellement, sous le poids des pièces supérieures, mais les boulons augmentent encore la stabilité, et, d'ailleurs, ils étaient nécessaires pour maintenir les pièces en place pendant le montage.

Quant à l'écrasement des assises en pierre de taille sous le poids de la construction, il est impossible, car ces pierres de Château-Landon pourraient supporter 1,235 kilogrammes par centimètre carré, et la pression sur les sabots de fonte ne saurait dépasser 30 kilogrammes.

Les quatre montants constitutifs de chaque pied de la tour sont entourés d'une enceinte de murs peu élevés, fondés sur des piliers avec arcades, formant un carré de 26 mètres de côté. Ces murs soutiennent un socle de maçonnerie qui masque les pieds en pierre

de taille, les sabots de fonte et la base des montants. Le socle lui-même est orné à la base de grandes dalles en béton Coignet. Dans la pile Sud (n° 3) on a ménagé une cavité destinée à recevoir les machines nécessaires au fonctionnement des ascenseurs. Enfin, à la base de chaque pile, on peut voir deux tuyaux en fonte de 0^m,50 de diamètre qui servent de gaine à des câbles en fil de fer en relation avec la tour; les tuyaux et les câbles se prolongent dans le sol jusqu'à la nappe aquifère. Ce sont ces conducteurs métalliques qui livrent passage à l'électricité atmosphérique et complètent le réseau métallique protecteur constitué par la tour elle-même. Cet édifice tout en fer, en relation certaine avec le sol, doit réaliser le plus puissant paratonnerre que l'on ait jamais construit.

Voilà pour les fondations; donnons maintenant une idée rapide du mode de montage. Chaque grand pied de support de la tour forme un prisme à base quadrangulaire de 15 mètres de côté. Les quatre montants ou arbalétriers de chacune des quatre piles sont reliés entre eux par des pièces de fer ajourées, disposées en croix de Saint-André, et par des traverses horizontales également ajourées. Les montants et les traverses servent de cadre aux croix de Saint-André, et chaque cadre constitue un panneau de 12^m,50 de haut. Il y a quatre panneaux entre la base de chaque pile et la base inférieure du 1er étage, soit environ 55 mètres. Toutes les pièces transportées de l'usine étaient déchargées au centre de l'emplacement compris entre les piles; elles arrivaient à pied d'œuvre sur de petits chemins de fer. Les pièces destinées à construire les montants étaient des tronçons de poutres de fer

creuses carrées de $0^m,80$ de côté et pesant de 2,000 à 3,000 kilogrammes.

On a commencé par donner aux tronçons inférieurs l'inclinaison de 52° en les fixant, comme il a été dit, sur le socle en fonte des fondations avec les boulons. Le sabot de fonte pèse 5,500 kilogrammes; dans son milieu existe une pièce d'acier fondu du poids de

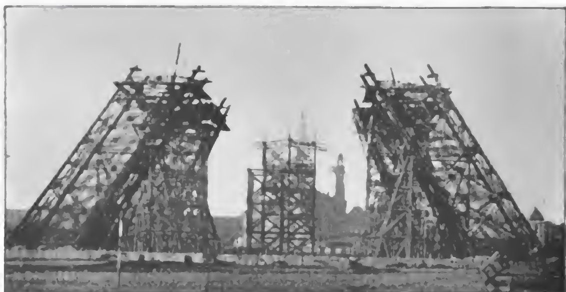


Fig. 283. — Tour de 300 Mètres.
État des travaux au 1er décembre 1887.

2,700 kilogrammes dont nous dirons le rôle dans un instant. Chaque montant ainsi appuyé sur le soubassement a été élevé, tronçon par tronçon, jusqu'à 26 mètres de hauteur. Les pièces étaient montées par un treuil au moyen d'une grande chèvre. Les tronçons mis bout à bout étaient réunis par 8 plaques appliquées deux par deux sur chaque face du montant, l'une au dehors, l'autre en dedans. Chaque plaque avait été percée à l'usine de 16 rangées de trous qui reçurent provisoirement des boulons.

On procéda ensuite à la pose des fers des croix de Saint-André et des traverses horizontales. Les tronçons montés, les riveurs succédèrent aux monteurs et



Fig. 281. — Un monteur de la Tour Eiffel.

remplacèrent les boulons par des rivets définitifs. Le rivet est apporté chaud, sortant de la forge portative. Un ouvrier, nommé *teneur de tas*, l'enfonce dans le trou en le maintenant par la tête. Le riveur frappe sur l'extrémité opposée pour l'écraser et former l'autre tête. Un autre ouvrier, appelé *frappeur*, termine le ri-

vage en frappant sur les têtes à tour de bras avec une masse de 6 kilogrammes. Il y avait 20 postes de riveurs, composés de 4 ouvriers et d'une forge.

De distance en distance, à mesure que le travail avançait, on établissait des planchers qui servaient de centre d'approvisionnement. Jusqu'à 26 mètres, les montants inclinés pouvaient se maintenir en équilibre, leur centre de gravité tombant en deçà de la base de sustentation. Mais au delà, le calcul montrait que chaque montant incliné aurait pu se renverser complètement s'il n'avait été maintenu à la base par les boulons. En s'élevant toujours, le renversement aurait pu se produire. Aussi n'a-t-on pas hésité à soutenir les extrémités supérieures des montants avec des échafaudages ou des pyramides en bois. Ces étais permirent d'élever les pieds de la tour jusqu'à la hauteur de 50 mètres. Les pylônes de soutien avaient été disposés au nombre de 12; ils nécessitèrent 6,000 mètres cubes de bois.

Pour élever les tronçons des montants au delà de 26 mètres, on abandonna la chèvre et le treuil et on eut recours à un autre dispositif. Sur les arêtes intérieures des montants, on fixa des poutres à grande surface plane qui servent aujourd'hui de point d'appui aux ascenseurs, Pendant la construction ces poutres formèrent des glissières, sur lesquelles on déplaça, à mesure que le montage l'exigeait, des grues de 12 mètres de volée et de la force de 3,000 kilogrammes. Ces grues s'élevèrent de 4 mètres en 4 mètres environ à mesure de l'avancement; on les boulonnait temporairement. Les tronçons étaient montés par ces appareils au moyen de longues chaînes en fer et distribués

sur les points où ils devaient être rivés. On atteignit ainsi la hauteur de 50 mètres, celle où l'on devait procéder à la mise en place des grandes poutres transversales de 45 mètres de long, destinées à relier



FIG. 285. — Tour de 300 Mètres. — État des travaux au 15 mai 1888.

les pieds, et à servir de base au premier étage.

Pour placer ces poutres horizontales, former la première ceinture, on dressa un échafaudage de 48 mètres de hauteur se terminant par une plate-forme de 25 mètres de côté. On hissa les pièces sur la plateforme, on opéra leur jonction à droite et à gauche en allant vers les montants. Puis les poutres assemblées allèrent se réunir aux montants comme le tablier d'un

pont se rejoint aux culées. Cette partie de la construction était la plus délicate. Comment faire coïncider à 50 mètres de hauteur les 200 trous percés dans les montants et les 200 trous correspondants des poutres horizontales? Il eût été bien étonnant qu'il ne se produisît pas un petit écart après un pareil montage et avec l'inclinaison assez prononcée des montants. On l'avait prévu et on avait tout disposé pour modifier légèrement l'inclinaison des montants, de façon à amener la coïncidence parfaite entre les trous percés à l'usine. L'artifice employé est très intéressant.

Nous avons dit que chaque montant à sa base reposait directement sur une pièce d'acier encastrée dans le socle en fonte. Cette pièce d'acier pénètre dans une chambre ménagée à l'intérieur du sabot, et elle est là en contact avec le piston d'une presse hydraulique capable de soulever un poids de 900,000 kilogrammes. La tour tout entière pèse environ 8 millions de kilogrammes de fer. Chaque montant, puisqu'il y en a seize, supporte un poids seize fois plus faible, soit 500,000 kilogr. Les presses hydrauliques installées dans les soubassements pourraient donc soulever la tour entière.

Le vérin hydraulique employé se compose d'un cylindre d'acier forgé de 62 centimètres de diamètre extérieur avec des parois de 95 millimètres d'épaisseur. A l'intérieur peut se mouvoir un piston d'acier. Le cylindre est en relation, par un tuyau de 6 millimètres, avec une pompe foulante. L'eau est refoulée sous le piston et le soulève. Le piston fait monter la pièce d'acier, et la pièce d'acier soulève le montant. Ce poids énorme est déplacé, au moyen de l'appareil, par deux hommes qui suffisent pour mouvoir le levier de la

pompe foulante. Il est donc vrai de dire que quelques hommes pourraient, à eux seuls, soulever toute la tour.



FIG. 286. — Tour de 300 Mètres. — État des travaux au 19 Septembre 1888.

Il a suffi d'un faible déplacement de quelques millimètres dans le sens vertical pour amener les trous des

montants à la hauteur des trous des poutres horizontales. Le réglage opéré, on a glissé entre le sabot de fonte et les bords de la pièce d'acier des cales en fer qui ont immobilisé les montants dans leur place définitive. Mais il fallait aussi changer un peu l'inclinaison des montants pour amener la concordance des trous dans le sens horizontal ; encore un écart de quelques millimètres à faire disparaître. Autre artifice ingénieux!

Il a été dit que les montants avaient été soutenus à partir de 26 mètres par des échafaudages. Le contact entre les échafaudages et les montants avait lieu par l'intermédiaire d'une console en acier et d'une boîte à sable. Or on avait monté les arbalétriers un peu moins inclinés qu'il ne l'eût fallu, parce qu'on avait prévu un petit affaissement du soubassement qui ne s'est pas produit ; il devenait nécessaire d'augmenter légèrement leur inclinaison. C'est ce qu'a permis de faire la boîte à sable. Qu'est-ce qu'une boîte à sable? Un grand cylindre plein de sable surmonté d'un piston et portant à sa partie inférieure un trou bouché. L'arbalétrier appuyait sur la console en acier qui, elle-même, était soutenue par le piston de la boîte. On enleva le bouchon ; du sable s'écoula, le piston descendit laissant aller la console, et par suite l'arbalétrier, de la quantité nécessaire pour que les trous destinés aux rivets se recouvrent sans subir la moindre retouche.

On demandera peut-être pourquoi, au lieu d'avoir recours à cette opération de précision, on ne s'est pas avisé de percer de nouveaux trous? Le résultat n'eût plus été le même. Toutes les dimensions ont été calculées de façon que les pressions se répartissent uniformément sur chaque montant et sur les socles de



Fig. 287. — Tour de 300 Mètres. — Les 4 grands piliers et l'Arc monumental.

fondation, et la concordance des trous impliquait l'égale inclinaison des montants et forcément fournissait la preuve de l'égale répartition cherchée. C'était un réglage et un contrôle.

Les quatre poutres de ceinture établies sur les quatre faces de la tour, les montants se trouvèrent fixés et l'équilibre définitif obtenu. Le plus difficile était fait. On continua le montage des arbalétriers, et à 55 mètres on construisit une seconde ceinture de poutres horizontales. Avec cette double ceinture de poutres reliées par des pièces de fer entre-croisées, la base de la tour est inébranlable. On éleva sur cette seconde ceinture un plancher. C'est le premier étage.

On continua le travail à peu près de la même façon jusqu'au deuxième étage, à 115 mètres du sol. Les quatre grues d'élevage montèrent peu à peu le long des arbalétriers portant à pied d'œuvre les pièces qui prenaient bientôt leur place dans l'ossature de la tour. Au delà, on n'utilisa plus que deux grues que l'on hissa le long d'un montant vertical formé par le guide central des ascenseurs supérieurs. Des relais d'élevage avaient été créés pour l'installation de locomobiles au deuxième étage et au plancher intermédiaire, situé à 200 mètres au-dessus du sol. La construction se fit avec plus de lenteur, mais sans difficulté jusqu'au sommet.

Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que l'arc monumental qui fait voûte sur chaque façade de la tour ne porte rien, comme on tendrait à le supposer ; il est porté au contraire, c'est un simple décor. Chacun de ces grands arcs a été placé à la fin des travaux uniquement au point de vue architectural.

La stabilité de l'édifice est certaine. C'est vainement

que les voisins de la tour ont mesuré le chemin qu'elle parcourrait abattue par un coup de vent. La forme de la tour, nous l'avons fait remarquer déjà, n'est pas due au caprice de l'architecte. Elle a été calculée de façon à pouvoir résister à un vent exerçant une pression anormale de 400 kilogrammes au mètre carré, soit une pression de 3 millions de kilogrammes pour la tour entière. A Paris, jamais la force du vent n'a dépassé 150 kilogrammes; il reste donc 250 kilogrammes de marge. Si jamais dans nos parages la force du vent approchait de 400 kilogrammes, bien peu d'édifices parisiens résisteraient. Si un monument doit résister au vent, c'est précisément la tour Eiffel.

Le poids total des fers et fontes entrant dans la tour est d'environ 7,300,000 kilogrammes sans compter les caissons de fondation. Le poids total, avec les accessoires, planchers, etc., dépasse 9 millions de kilogr. En gros, on compte 3,500,000 kilogr. jusqu'au premier étage, 1 million de kilogr. du premier au deuxième, 2 millions de kilogr. du deuxième au troisième, 1 demi-million de kilogr. pour l'extrémité avec le campanile.

Les travaux préparatoires ont été considérables. La tour a été divisée en 27 panneaux ; chaque panneau a donné lieu à une épure distincte, qui elle-même a été subdivisée en un grand nombre de dessins géométriques, dont toutes les dimensions ont été calculées à l'aide des logarithmes à une fraction de millimètre près. On a ensuite dû fabriquer 12,000 pièces métalliques, chaque pièce ayant son dessin spécial avec la position et l'ouverture des trous destinés aux rivets. Les épures comportent 500 dessins d'ingénieur pour le reste des 27 panneaux, 2,500 feuilles de dessin d'a-

telier de 1 mètre de longueur sur 80 centimètres de hauteur. 40 dessinateurs et calculateurs de l'usine Eiffel ont travaillé sans relâche pendant deux ans.

Les plaques de tôle destinées à l'assemblage des pièces métalliques ont été percées de trous à Levallois-Perret. Le nombre de ces trous atteint 7 millions. L'épaisseur des plaques étant en moyenne de 1 centimètre, les trous placés bout à bout formeraient un tube de 70 kilomètres de longueur. Les rivets sont au nombre de 2,000,500 et pèsent au total 450,000 kilogrammes.

La dépense a atteint 6,500,000 francs.

	Francs.
Fondations, maçonnerie, soubassements. . . .	900,000
Montage métallique, fers, octroi.	3,800,000
Peinture (4 couches, dont 2 au minium). . . .	200,000
Ascenseurs et machines	1,200,000
Restaurants, décorations, installations diverses.	400,000
TOTAL.	6,500,000

Le prix de revient n'est pas énorme : le kilo de fer mis en place ressort à 57 centimes ; le kilo de la construction terminée et agencée ressort à 74 centimes environ.

Le constructeur de la tour a reçu de l'État deux subventions ; on lui a accordé sur les crédits de l'Exposition 1,500,000 francs ; on lui a donné en outre le privilège d'exploiter la tour pendant l'Exposition ; après la clôture, l'État cédera la tour à la Ville de Paris qui a concédé le terrain, et celle-ci en laissera encore l'exploitation au constructeur pendant vingt ans.

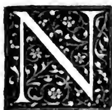
Nous venons d'esquisser la tour pendant la période de construction. Pour terminer, il nous reste à parler de la tour dans son état actuel, enfin des ascenseurs, des étages et du phare.

XII

LA TOUR DE 300 MÈTRES

(SUITE)

La tour de 300 mètres. — Ascension de la tour. — Les escaliers. — Ascenseurs hydrauliques. — Ascenseur Combaluzier, du premier étage. — Ascenseur américain Otis, du deuxième étage. — Ascenseur Edoux pour le troisième étage. — Premier étage : les restaurants, les cuisines, les kiosques, le promenoir. — Deuxième plate-forme. — Plancher intermédiaire. — Troisième plate-forme vitrée. — Les chambres, le campanile. — Le phare, les projecteurs électriques. — Portée de 200 kilomètres du rayon électrique. — L'usine mécanique de la tour. — La terrasse terminale.



Nous avons décrit la tour pendant les travaux; il nous reste à la visiter dans son état actuel et à suivre la foule qui se presse à tous ses étages.

On peut faire l'ascension avec ses jambes. C'est le moyen le plus certain d'arriver vite au premier étage, car les ascenseurs sont envahis par les visiteurs et il faut quelquefois attendre son tour avec patience pendant de longs quarts d'heure. Il existe, du reste, des escaliers très doux dans les piles. Par des motifs d'ordre, on a livré seulement au public, pour la montée, l'esca-

lier de la pile Ouest (n° 4), et, pour la descente, l'escalier de la pile opposée, pile Est (n° 2). En sept minutes, sans se presser, on gravit les 360 marches de 1 mètre de largeur de cet escalier coupé par de nombreux paliers ; c'est comme si l'on montait 3 fois de suite au cinquième étage d'une maison parisienne. La première plate-forme se trouvant à 57 mètres, un homme du poids de 75 kilogrammes effectue, pendant la montée en dix minutes, 4,500 kilogrammètres, soit 7 kilogrammètres 5 par seconde, le dixième du travail d'un cheval-vapeur, travail très supportable.

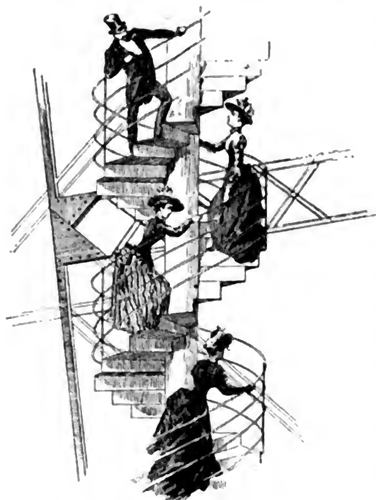


Fig. 289. — Escalier de la Tour Eiffel conduisant du 1er au 2e étage.

Du premier étage au deuxième, les quatre escaliers sont livrés au public, deux pour la montée, deux pour la descente ; les escaliers montants sont dans les piles Sud et Nord. Cet escalier est beaucoup plus raide que le précédent ; il est en hélice et sans paliers, il a 380 marches ; il faut 8 à 9 minutes pour le gravir.

Enfin, du deuxième étage à la troisième plate-forme, existe encore un autre escalier installé au milieu de la tour; il tourne en hélice et il a 1,062 marches; il n'est pas mis en ce moment à la disposition du public; c'est un escalier de service affecté à l'exploitation. De la base au sommet, pour monter à pied, il est nécessaire de franchir 1,792 marches. Les escaliers du premier et du deuxième étage peuvent donner passage à environ 2,000 personnes à l'heure.

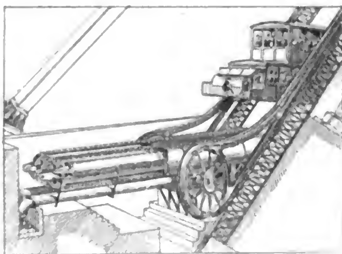


Fig. 290. — Ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape.

Les personnes qu'effraie la montée à pied sont obligées d'attendre les ascenseurs. Il en existe 5 : quatre ascenseurs du pied de la tour au premier et au deuxième, un ascenseur de la deuxième à la troisième plate-forme.

Dans les piles Est et Ouest, n° 2 et n° 4, sont installés les ascenseurs Roux, Combaluzier et Lepape ; dans les piles Nord et Sud, les ascenseurs américains Otis. La marche de ces ascenseurs a été réglée comme suit, au moins cette année : les ascenseurs Combaluzier desservent uniquement le premier étage par les piles Est et Ouest. L'ascenseur Otis, de la pile Nord, va directement au deuxième étage; l'ascenseur Otis, de la pile Sud, va uniquement du premier étage au deuxième étage.

L'ascenseur Roux, Combaluzier et Lepape est d'un fonctionnement très sûr. Tous les ascenseurs imaginables ne peuvent se rapporter qu'à deux types. Ou la cage est soulevée de bas en haut par un piston qui s'élève, ou elle est entraînée par des câbles de suspension, comme les bennes des puits de mines. Le dispositif Roux et Combaluzier appartient au premier type; l'ascenseur Otis, au deuxième type.

La cage Roux et Combaluzier est poussée en avant par deux pistons latéraux, l'un à droite, l'autre à gauche, le long des montants inclinés du pied de la tour. Mais ces montants n'ayant pas partout une inclinaison égale, on ne pouvait se servir comme d'habitude de pistons d'une seule pièce; il fallait bien que chaque piston épousât en route les changements de direction des montants. MM. Roux et Combaluzier ont eu l'idée de créer un piston souple, en le composant de tiges de fer forgé de 1 mètre de long, articulées les unes avec les autres un peu comme les maillons d'une grosse chaîne. Ces tiges articulées progressent dans des gaines en tôle qui portent dans toute leur longueur une rainure latérale pour laisser passer les points d'attache de la cabine à chaque piston articulé. Ainsi la cage est fixée, à droite, à un piston articulé; à gauche, à un piston articulé; si bien que les deux pistons s'élevant dans leur gaine,

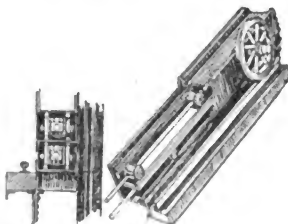


Fig. 291 et 292. — Ascenseur Combaluzier avec galet directeur. Gaine des pistons.

il faut bien que la cage s'élève avec eux jusqu'au point d'arrivée.

Chacun de ces pistons articulés représente, à vrai dire, une véritable chaîne sans fin. Chaque brin propulseur s'appuie, au premier étage, sur une poulie et se prolonge en redescendant jusqu'au rez-de-chaussée, pour s'enrouler sur une grande roue à empreintes qui reçoit les maillons. Si la roue motrice tourne, elle pousse chaque brin ascendant ; si elle tourne en sens inverse, elle ramène chaque brin dans sa position première, faisant du même coup redescendre la cage.

Le mouvement est communiqué à la roue par une machine hydraulique. Deux gros pistons horizontaux peuvent aller et venir dans leur cylindre ; ils reçoivent, tantôt sur une face, tantôt sur l'autre, de l'eau qui provient d'un réservoir installé au deuxième étage, à 115 mètres. Cette eau, sous une pression de plus de 11 atmosphères, pousse le piston au gré du mécanicien, soit en avant, soit en arrière, et la roue elle-même tourne soit pour faire monter la cage, soit pour la faire descendre. Des engrenages multiplient la course des pistons hydrauliques de façon que, lorsqu'ils se déplacent de 1 mètre, la chaîne se déplace de 13 mètres. La course des pistons est d'un peu plus de 4 mètres. Quand ils ont fait progresser de leurs quatre mètres, les chaînes de la cage ont effectué leur parcours de 57 mètres.

Il n'y a qu'une cabine dans chaque pile. Cette cabine est à deux étages ; le compartiment du bas est de plain-pied avec le sol ; on parvient à celui du dessus par un escalier de fer et une plate-forme. La cabine porte des banquettes rangées transversalement. On peut tenir

très facilement 60 personnes ; on pourrait en emporter 80 à 90. Et l'on effectue douze voyages par heure. L'ascension se fait avec une vitesse d'environ 1 mètre par seconde, par conséquent en une minute du rez-de-chaussée au premier étage.

Cet ascenseur, s'il marchait continuellement, pourrait donc élever par jour, de dix heures du matin à dix heures du soir, au taux de 720 personnes à l'heure, 8,640 visiteurs. Il nous paraît à l'abri des accidents, car si un piston articulé se rompait, comme il est pris dans sa gaine, la cabine en serait quitte pour rester sur place.

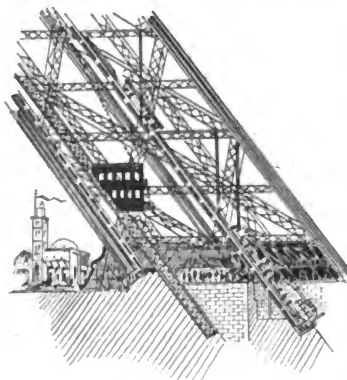


Fig. 293. — Ascenseur Otis.
Détail du mécanisme inférieur.

Le système américain Otis est très répandu à New-York. Il est fondé sur le principe de la moufle. La cabine, guidée par des roulettes sur les montants inclinés de la tour, s'élève entraînée tout bonnement par des câbles. Mais il va de soi qu'il ne serait pas commode, en pratique, de déplacer sur un rouleau une longueur de 115 mètres de câbles pour parvenir au deuxième étage ; on a recours à un artifice pour obtenir avec une petite course du moteur l'énorme course de 115 mètres des câbles de suspension. Le long

d'un des montants inclinés, on a disposé un cylindre hydraulique avec piston d'une longueur de 11 mètres. L'eau du grand réservoir du deuxième étage arrive à volonté sur l'une des faces du piston pour le faire progresser ou descendre. Pour hisser la cabine, on donne au piston un mouvement ascendant. Celui-ci agit sur un chariot mobile qui supporte six grandes poulies de $1^{m},40$ de diamètre reliées successivement par le câble ascenseur à six grandes poulies fixes semblables installées au deuxième étage. On a ainsi un palan gigantesque mouflé à 12 brins. Chaque mouvement d'élévation du piston se trouve multiplié par l'action de la moufle dans la proportion de 1 à 12. Lorsque le piston hydraulique a parcouru ses 10 mètres, le câble mouflé a fait au moins ses [115 mètres, et la cabine est arrivée au deuxième étage.

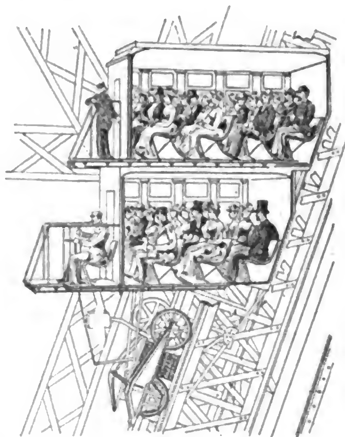


Fig. 294. — Ascenseur Otis. Coupe.

La cabine est à deux compartiments superposés et analogue à celle du précédent ascenseur. Elle porte un contrepoids et un frein de sûreté à mâchoires, de

telle sorte que si l'un des câbles se brisait, le frein ferait mordre ses tenailles dans les montants et arrêterait la cabine sur place. L'expérience en a été faite à vide et le frein a bien fonctionné. Les câbles de soutien sont au nombre de six, dont deux reliés au contrepoids lui-même muni d'un frein. Un seul de ces câbles pourrait soutenir sans se rompre le poids de la cabine et des voyageurs.

La cabine Otis ne transporte jusqu'au deuxième étage qu'environ 30 à 35 visiteurs par voyage, mais comme elle s'élève avec une vitesse d'environ 2 mètres à la seconde, double de celle de la cabine Roux et Combaluzier, elle peut faire encore 12 voyages en une heure et transporter par journée 4,320 personnes.

On a augmenté dans le courant de l'été la section des câbles et les cabines Otis pourront transporter jusqu'à 45 visiteurs à la fois.

Les quatre ascenseurs du bas peuvent donc monter au moins, tant au premier qu'au deuxième étage, environ 25,000 visiteurs par jour ou un peu plus de 2,000 visiteurs par heure.

Du deuxième au troisième étage, il n'y a plus qu'un ascenseur, l'ascenseur hydraulique vertical Edoux, bien connu à Paris. Ordinairement, dans ce système, la cabine monte soulevée par un piston logé dans une gaine; le piston est poussé de bas en haut par de l'eau sous pression. L'ascenseur du Trocadéro est de ce type; le piston a la hauteur considérable de 65 mètres. Il va de soi que l'on ne pouvait songer à faire un piston de 160 mètres de haut pour élever les visiteurs du deuxième au troisième étage. M. Edoux a tourné la difficulté ingénieusement. Entre la deuxième et la

troisième plate-forme, à 195 mètres de hauteur, il

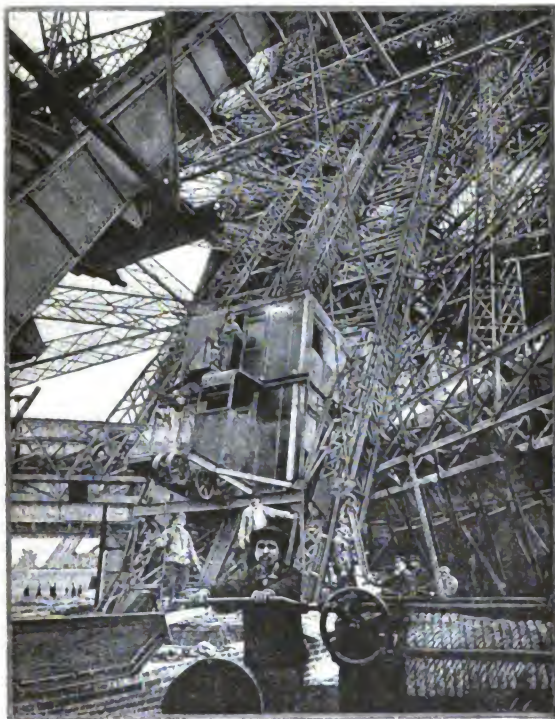


Fig. 295. — Voie inclinée de l'Ascenseur Otis. 1er étage.

existe un plancher intermédiaire. Le constructeur a établi à ce niveau une cabine reliée non pas à un seul

piston, mais par précaution à deux pistons qui plongent chacun isolément dans une gaine montant du deuxième au plancher intermédiaire. La cabine affleure

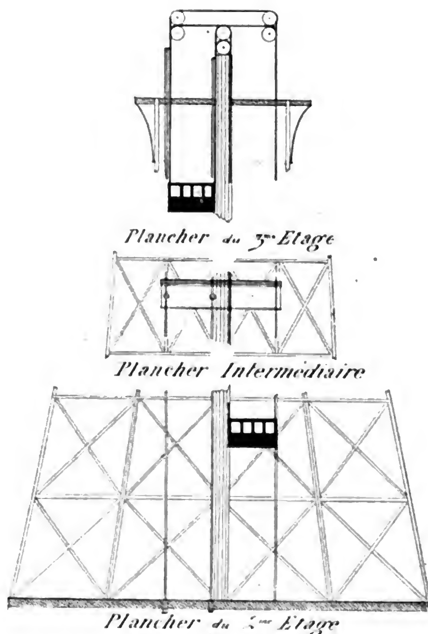


Fig. 296 à 298. — Tour Eiffel. Ascenseur Edoux.

par conséquent le plancher ; les deux pistons verticaux parallèles disparaissent dans leur gaine de 80 mètres de hauteur. On fait arriver au deuxième étage, sous

les pistons, de l'eau provenant d'un réservoir de 20,000 litres installé à la partie supérieure de la tour. Cette eau, sous pression, tendant à reprendre son niveau, soulève les deux pistons et avec eux la cabine, qui quitte le plancher intermédiaire et monte guidée entre deux montants de la tour. Quand les deux pistons sont arrivés à bout de course, ils ont parcouru 80 mètres et la cabine est parvenue au troisième étage à la hauteur de 275 mètres.

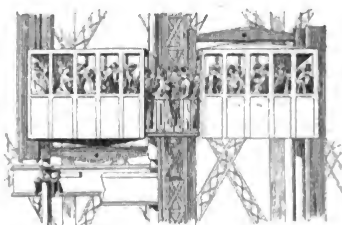


Fig. 299. — Ascenseur Edoux.
Transbordement des voyageurs allant du 2e au 3e étage.

Voilà pour aller du plancher intermédiaire à la troisième plate-forme; mais maintenant, pour aller du deuxième, de la hauteur 115 mètres, au plancher intermédiaire, 195 mètres? Comment fait-on?

C'est très simple. La cabine montante a été reliée par un système de câbles et de poulies de renvoi à une seconde cabine qui peut circuler, guidée entre deux autres montants parallèles aux premiers, entre le deuxième étage et le plancher intermédiaire. Quand la cabine motrice redescend de la plate-forme supérieure, elle entraîne par les câbles de suspension la cabine remorquée qui quitte le second étage et s'élève. Quand l'une est revenue à son point de départ, l'autre est arrivée au plancher. Les voyageurs quittent l'une pour monter dans l'autre : il y a transbordement. La

cabine montante s'élève emportant ses nouveaux voyageurs, et la cabine descendante ramène jusqu'au deuxième étage ceux qui avaient précédemment monté jusqu'à la troisième plate-forme. La cabine remorquée fait en même temps contrepoids à la cabine motrice. Par cet artifice on franchit, avec relais intermédiaire, 160 mètres de hauteur.

La cabine Edoux n'a pas de banquettes ; on reste debout ; elle a 14 mètres carrés et 63 personnes environ peuvent y tenir. On compte 4 minutes d'ascension pour franchir les 160 mètres, une minute pour le transbordement, soit au moins 5 minutes pour le voyage. On fait environ 8 voyages à l'heure, et l'on transporte un peu moins de 600 personnes, ce qui fait par jour environ 6,000 visiteurs, le tiers à peine des visiteurs de la tour quand il y a certaine affluence. Il existe pour cet ascenseur un frein énergique du système Bachmann qui, en cas de rupture des câbles, arrêterait sur place la cabine.

Le mouvement d'ascension est très doux dans tous les ascenseurs de la tour. Dans les ascenseurs du bas, les banquettes sont très inclinées du rez-de-chaussée au premier étage ; l'inclinaison change du premier au deuxième étage et les banquettes se redressent, de sorte que les ascensionnistes changent eux-mêmes automatiquement de position. On n'éprouve pas de vertige, puisqu'on est enfermé dans une véritable cabine. L'ascenseur Edoux donne la sensation d'une ascension en ballon captif ; quand le vent ne fait pas fouetter les câbles de suspension, on n'éprouve aucun ballottement, aucune trépidation, et, par les portières de la cabine, on voit s'abaisser rapidement la terre ; les

grandes charpentes de la tour descendent à mesure que l'on monte, par une illusion d'optique; en même temps l'horizon fuit et s'agrandit. Le coup d'œil offre de l'intérêt.

Arrêtons-nous au premier étage, exactement à 57m,63 au-dessus du sol. Ce premier étage forme un grand carré de 70 mètres de côté. Le plancher, qui a une surface de 4,200 mètres, ne s'étend pas dans toute son étendue; il y a un trou énorme de 200 mètres carrés au centre, par lequel l'œil peut plonger jusqu'au sol. La galerie intérieure qui limite cette ouverture béante est très curieuse à parcourir. On voit en raccourci circuler sur le sol, dans le jardin, les innombrables visiteurs de l'Exposition; ils commencent déjà à être bien petits. La galerie couverte extérieure à arcades dorées forme un promenoir de 2m,60 de largeur et de 280 mètres de développement.

Au premier étage, l'architecte de la tour, M. Sauvestre, a construit quatre grands restaurants qui peuvent contenir environ 500 personnes. Le restaurant français, le bar flamand, le restaurant russe, le bar anglo-américain. Chaque construction est en bois, très élégante, et rappelle, par son style à l'intérieur, l'architecture du pays qu'elle doit représenter.

Les cuisines et les caves sont en contre-bas, juchées comme de grands nids dans les branches de fer de la tour. Les provisions montent par les ascenseurs. On peut élever à chaque voyage 3,000 kilogrammes. Chacun de ces établissements a son caractère propre, et l'on peut goûter à volonté des aliments russes, flamands et anglais. Du reste, le premier étage constitue une toute petite ville avec ses restaurants, ses marchands de

curiosités; on se croirait dans une ville d'eaux : marchands de médailles, de tours Eiffel, marchands de journaux, de gravures, marchands de tabac. On peut fort bien y passer sa journée en attendant le bon plaisir des ascenseurs. La population flottante y est considérable.



Fig. 300. — Un marchand, 1er étage.

D'après notre petite enquête, le bar flamand reçoit en moyenne 2,000 personnes par jour; le restaurant français donne environ 600 à 700 déjeuners et dîners, les restaurants russes et anglais 500 à 600. Il y a des gens qui s'installent là du matin au soir. D'autres qui envahissent le promenoir Nord dès 7 heures, pour contempler les fontaines lumineuses, qui sont d'ailleurs moins belles d'en haut que d'en bas, puisque la perspective abaisse les gerbes et les aplatit.

Passons au deuxième étage. La seconde plate-forme est à 115m,73 du sol; elle a 30 mètres de côté et elle a 1,400 mètres carrés de surface; elle est entourée d'un promenoir qui a 2m,60 de largeur et 120 mètres de développement. Elle est encombrée de petites constructions en bois, de kiosques pour les tickets du troisième étage. C'est là que se trouvent l'imprimerie et les bureaux

du *Petit Figaro* de la tour avec les registres où le public inscrit son nom. On y rencontre très souvent Tartarin. Pour être juste, il faut ajouter que tous les



Fig. 301. — Brasserie alsacienne au 1er étage.

princes qui ont fait l'ascenseur de la tour ont aussi apposé leur signature, depuis le roi de Grèce jusqu'au roi Salifou, aux princes sénégalais, etc. Ce sera un vrai livre d'or que ce registre du *Figaro*. Il y a grande

affluence en général, car on peut considérer cette plate-forme comme une véritable gare de transbordement. Les visiteurs attendent l'arrivée de l'ascenseur du premier pour redescendre, ou celle de l'ascenseur du troisième pour monter.

En quelques minutes, on atteint avec l'ascenseur Edoux la troisième plate-forme. Tout le centre de cette plate-forme est occupé par une construction inaccessible au public ; mais tout autour règne un grand promenoir de 16 mètres de côté qui peut donner place à environ 500 personnes. Cette galerie est couverte et garnie latéralement de châssis mobiles que l'on ferme par les grands vents. On est alors dans une grande salle close et l'on voit l'horizon à travers les vitres.

Le public ne va pas au delà de cette plate-forme vitrée. L'ascension s'arrête là. La partie centrale de la troisième plate-forme est occupée, comme nous l'avons dit, par une construction. Nous ouvrons une porte et nous prenons un petit escalier tournant. Dix marches à franchir. Nous sommes dans une grande salle circulaire que l'on a partagée en chambres par des cloisons. Le plancher forme le plafond de la salle inférieure où se promène le public.

Les chambres succèdent aux chambres, à ce nouvel étage ; les unes sont grandes, les autres petites ; toutes de forme irrégulière. On lit sur les portes : *Biologie, Physiologie, Météorologie*, etc. Ce qui indique suffisamment leur destination. M. Eiffel s'est réservé la plus grande pour son usage particulier. A droite une cheminée au gaz, en face une large table, au fond un canapé ; au-dessus une belle glace ornée d'une guirlande

de roses peinte par un artiste russe; le long de la muraille un piano Pleyel, à côté un téléphone; plus loin, un joli buffet-bibliothèque, des lustres avec lampes Edison, etc. C'est dans cette chambre que M. Eiffel et M. Salles ont reçu M. le Président de la République quand il a fait l'ascension de la tour jusqu'au drapeau. Un lunch y avait été servi. Depuis, l'appartement réservé de M. Eiffel est devenu le lieu de repos des ascensionnistes de marque, depuis le roi de Grèce, le duc de Bragance, le duc de Cambridge, etc., jusqu'à M. Edison. Le phonographe Edison a même fonctionné, à cette hauteur, et reproduit un concert organisé par M. Lyon, avec Taffanel, etc. Le phonographe fait merveille même à 280 mètres au-dessus de la terre ferme.

Les autres pièces sont destinées à des cabinets de physique, d'astronomie, à des laboratoires de microbiologie et de physiologie. Par les temps calmes, on sera très à l'aise pour travailler là-haut. Plusieurs portes de cet appartement ouvrent de plain-pied sur une vaste terrasse circulaire munie d'un garde-fou. Quelques pas, en effet, et l'on trouve le vide. C'est un balcon à 280 mètres de hauteur. Sur ce balcon court un petit chemin de fer sur lequel se déplacent chaque soir les deux projecteurs électriques Mangin, qui envoient dans toutes les directions leurs grands rayons lumineux.

En levant la tête, on voit au-dessus de soi la partie terminale de la tour, qui a encore plus de 20 mètres de haut, une maison de Paris. Quatre grands caissons en treillis se courbent au-dessus de nous et forment quatre arceaux rigides orientés suivant les diagonales

de la section carrée de la tour. Ces arceaux supportent le phare et la terrasse du sommet. Ouvrons de nouveau une porte : elle conduit, par un petit escalier, à une plate-forme formée par la toiture de l'appartement de M. Eiffel. De cette plate-forme part un escalier en spirale qui contourne un gros tuyau par lequel on peut encore monter de l'intérieur jusqu'au phare, si le vent est trop fort. Cet escalier n'est pas, en effet, accessible au premier venu, surtout par forte brise. Au bout de l'escalier, encore le tuyau, puis le phare!

Nous sommes dans une cage de verre, avec une température tropicale. Au milieu, une puissante lampe électrique automatique; autour des lentilles à échelons, deux systèmes optiques superposés; en haut, des verres dioptriques destinés à porter la lumière très loin; au-dessous, des verres catadioptriques produisant la réflexion totale. Le tambour dioptrique supérieur multiplie l'intensité du foyer lumineux par 13. La lampe électrique donne 5,500 carcels. Le système optique supérieur fait donc passer l'intensité à 70,000 carcels. Le système catadioptrique inférieur, étant destiné aux petites distances, multiplie la lumière dans des proportions moindres.

La lumière qu'envoient ces anneaux de verre taillé superposés est graduée suivant la distance; elle ne commence à être vue qu'au delà de 1,500 mètres de la tour, qu'à partir de la place de la Concorde par exemple, de telle sorte que l'intensité visible à Paris dans les éclats du phare est de 24,146 carcels à 1,503 mètres de la tour; elle passe à 64,474 carcels à 1,850 mètres, à 86,711 carcels à 2,194 mètres, enfin à 99,283 car-



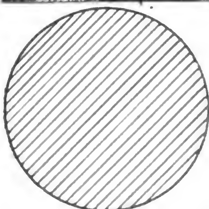


Fig. 302 et 303. — Charbon négatif de la lampe du phare. (Grandeur naturelle.)

cels à 2,500 mètres. Le tambour dioptrique supérieur ne commence à signaler son action qu'à la distance d'une lieue (4,120 mètres). Son intensité est de 69,398 carcels pour le feu fixe et quand on produit des éclats de 516,761 carcels. La portée du phare en ligne droite est de 200 kilomètres.

Le système optique est fixe. Autour des tambours de verre peut tourner une couronne mobile qui porte des lames verticales de verre bleu, blanc, rouge. Les rayons qui passent à travers ces verres ont donc les couleurs nationales et nous voyons le phare successivement bleu, blanc et rouge. La couronne mobile est entraînée à la vitesse de 90 secondes par tour au moyen d'un petit moteur électrique gros comme le poing. Toute cette belle installation est due à MM. Sautter-Lemonnier.

L'arc électrique de la lampe est alimenté par un courant de 100 ampères. Cet arc

aveugle et il ne faut pas le regarder longtemps. Les charbons entre lesquels il éclate sont énormes. Ils ont trois bons centimètres de diamètre. Le chef du service électrique a bien voulu nous remettre à titre d'échantillon un des bouts de charbon qui avait servi la veille. Le courant est envoyé du bas par un câble conducteur. L'électricité est produite par des dynamos installées dans le pilier Sud.

Il existe, en effet, à l'intérieur de ce pilier, une véritable usine, machines à vapeur pour les dynamos, machines actionnant les pompes destinées à monter l'eau aux étages de la tour pour le service des ascenseurs, etc. On produit dans ce pilier plus de 600 chevaux-vapeur pour assurer la marche des pompes et des dynamos. Deux moteurs du système Wheelock, de 150 chevaux chacun, actionnent une pompe à double effet, qui élève à 120 mètres l'eau emmagasinée dans un immense réservoir creusé sous la salle des machines. Cette eau, après avoir servi pour les ascenseurs, est de nouveau ramenée au réservoir. Deux machines Worthington, de 100 chevaux chacune, élèvent l'eau jusqu'au plancher intermédiaire pour l'ascenseur Edoux. Deux autres moteurs font fonctionner les dynamos. Quatre autres actionnent les pompes à air des condenseurs de ces machines. Enfin deux dernières machines à vapeur assurent l'alimentation des générateurs. Au total, il y a donc 12 machines à vapeur. Les chaudières sont au nombre de quatre et du système Collet. C'est donc une usine gigantesque qui est établie au pied de la tour.

Les grandes traînées lumineuses qui balaient tout l'horizon de Paris ne viennent pas du phare, mais bien des

deux projecteurs Mangin placés au-dessous. Ces projecteurs, construits par MM. Sautter-Lemonnier, ont 90 cen-



Fig. 304. — Terrasse du 3e étage. Projections électriques et canon de la Tour.

timètres de diamètre ; ils sont montés sur affût et sur roues. Le système optique est formé par un miroir

aplanétique ; le foyer lumineux, placé très près du miroir, est une lampe à arc de même intensité que celle du phare ; les charbons sont inclinés à 45° ; ils sont encore plus gros que ceux du phare ; ils ont 4 centi-

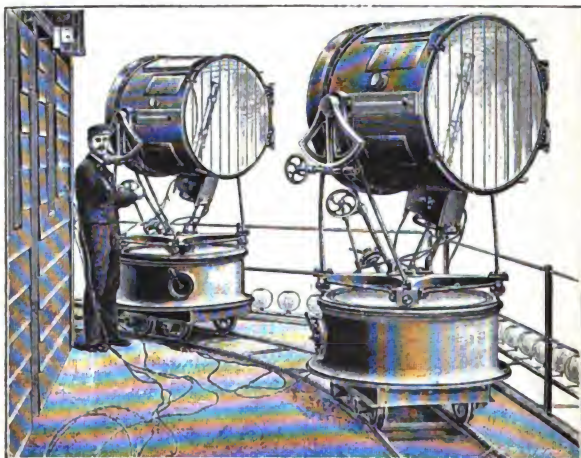


Fig. 305. — Projecteurs Mangin.
Construits par MM. Sautter-Lemonnier et Cie.

mètres. On peut manœuvrer le projecteur dans tous les sens et on peut l'incliner de façon à envoyer le rayon à 250 mètres seulement de la tour. Comme le rayon projeté est très limité en surface, il acquiert une grande puissance. Son intensité moyenne, d'après les constructeurs, est de 6 à 8 millions de becs Carcel. C'est la projection lumineuse la plus intense que l'on

ait jamais produite. Quand le rayon tombe sur un objet, il l'éclaire comme le soleil en plein midi. De la

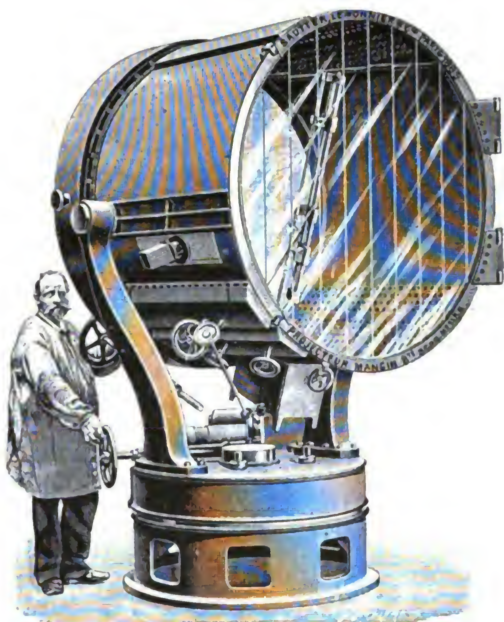


Fig. 306. — Projecteur monstre Mangin.
Construit par MM. Sautter-Lemonnier et Cie.

tour, avec une lunette, on peut distinguer, à 11 kilomètres, les objets sur lesquels il tombe. On sait que ces projecteurs sont analogues à ceux dont on se sert dans

la marine pour surveiller les côtes et les torpilleurs.

Nous quittons le phare, l'ascension n'est pas finie; du phare au sommet il y a encore plusieurs mètres de hauteur. Nous franchissons quatre ou cinq marches d'un petit escalier qui vient aboutir devant une ouverture percée dans le tuyau de 80 centimètres de diamètre, un vrai tuyau de paquebot. Nous avançons la tête; au-dessous, un trou béant qui se perd dans l'obscurité; on distingue mal le fond; en haut, à quelques mètres, on voit le jour par un trou ouvert. Des barreaux implantés dans la paroi du tuyau servent d'échelle. Montons toujours. Encore quelques échelons et c'est fini! Un coup de jarret et nous sortons du trou. C'est le sommet entouré d'une petite balustrade.

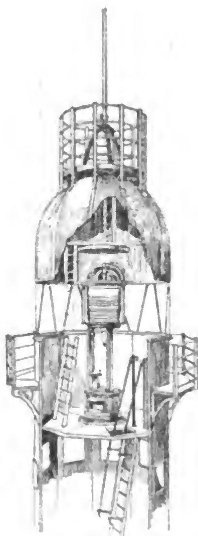


Fig. 307. — Vue intérieure de la cage du phare et terrasse terminale.

Il faisait trop chaud tout à l'heure dans le phare; ici le vent est violent. Il souffle fort en haut. La vitesse est souvent triple de ce qu'elle est en bas. Le drapeau ondule au bout de sa hampe et fouette l'air; il est déchiqueté et c'est le second que l'on fixe à la hampe depuis l'ouverture. Un petit anémomètre Robinson tourne avec rapidité et envoie télégraphiquement en bas la vitesse du vent.

Plus tard, tous les instruments enregistreurs, installés au sommet, seront reliés électriquement au Bureau central météorologique. La terrasse a $1^m,80$ de diamètre. On est là isolé comme dans la nacelle d'un ballon. La vue est magnifique. On n'entend plus rien, pas même les bruits de la troisième plate-forme ; seul le drapeau qui s'agite avec furie! On avait dit que l'extrémité de la tour pourrait bien osciller comme le haut des grandes cheminées d'usine sous l'action des grands vents. Cette fois, par bonne brise, nous ne sentons ni oscillation ni trépidation; nous sommes bien immobiles dans l'espace. Toute la tour est rigide et droite comme un grand I. Seule la petite balustrade tremble un peu.

L'atmosphère n'est pas très claire; cependant le regard porte encore loin. On a demandé souvent à quelle distance la vue pourrait s'é-

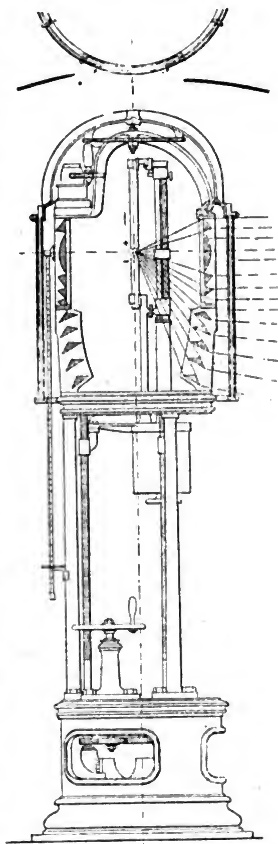


FIG. 308 et 309. — Phare. — Appareil optique avec sa lampe électrique.

tendre du sommet de la tour. On a aperçu un jour, dans des conditions très favorables de transparence de l'air, la forêt de Lyons à 90 kilomètres de Paris. C'est exceptionnel; tout dépend d'ailleurs de l'altitude des points situés à l'horizon; en général, avec une bonne lunette, le regard peut porter entre 65 et 80 kilomètres. Au sud-ouest on distingue la cathédrale de Chartres et derrière elle un sommet placé à 83 kilomètres au sud-est. On voit, en avant de Sens, un sommet situé à 88 kilomètres, Champigny-le-Chapitre.

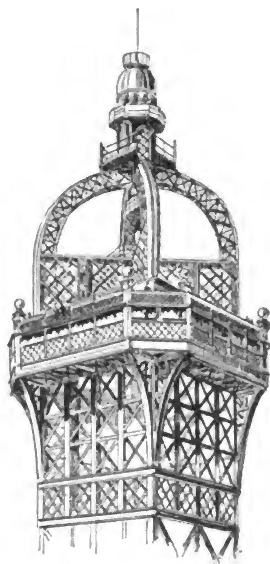


Fig. 310. — 3e Plate-forme. Campanile et phare.

L'œil embrasse, en définitive, un cercle moyen de près de 130 kilomètres; tout dépend des creux et des reliefs, de la hauteur du soleil quand on observe et des circonstances atmosphériques. Le cercle ordinaire de visibilité embrasse Fontainebleau, Étampes, Pontoise, Chantilly, Melun, etc.

Théoriquement, le rayon de la Terre étant de 6,371,000 mètres, le rayon du cercle de l'horizon, pour des régions unies et plates, est donné par le produit du nom-

bre 3,571 mètres par la racine carrée de la hauteur du point où l'on observe, exprimée aussi en mètres (1). Sur une plaine unie, l'œil placé à un mètre de hauteur embrasse un horizon de 3,571 mètres de toutes parts. A 300 mètres, si au loin le sol était uni et sans reliefs, on ne verrait pas au delà d'un cercle de 65 kilomètres, soit 130 kilomètres d'horizon. En réalité, comme le rayon visuel rencontre des sommets quelquefois voisins de 300 mètres, la vue s'étend beaucoup plus loin.

Nous reproduisons le fac-similé d'une grande carte dressée avec soin par M. L. Mizon et Em. Tronquois, en tête de laquelle on lit : « Ce que l'on peut voir de la tour Eiffel. » On s'est servi pour la dresser des cartes d'État-Major et l'on a construit graphiquement la trajectoire visuelle au moyen d'une équation où l'on a fait entrer la sphéricité de la Terre et la réfraction atmosphérique pour des conditions moyennes de température et d'état hygrométrique. Sur cette carte il existe au sud-ouest un point visible à 107 kilomètres : c'est la distance maxima.

Ce n'est pas le moment de nous arrêter sur les observations scientifiques et sur les expériences que l'on pourra faire à cette hauteur. La tour s'élève directement comme une flèche; rien ne la gêne ni à droite, ni à gauche; son campanile est isolé comme la nacelle d'un ballon. On peut voir le ciel au-dessus de soi et exactement à la base le pied même de la verticale qui partira du sommet. La construction est donc unique et constituera un observatoire spécial également unique au monde. L'air, à ces hauteurs, est ordinairement

(1) $r = 3571 \sqrt{h}$.

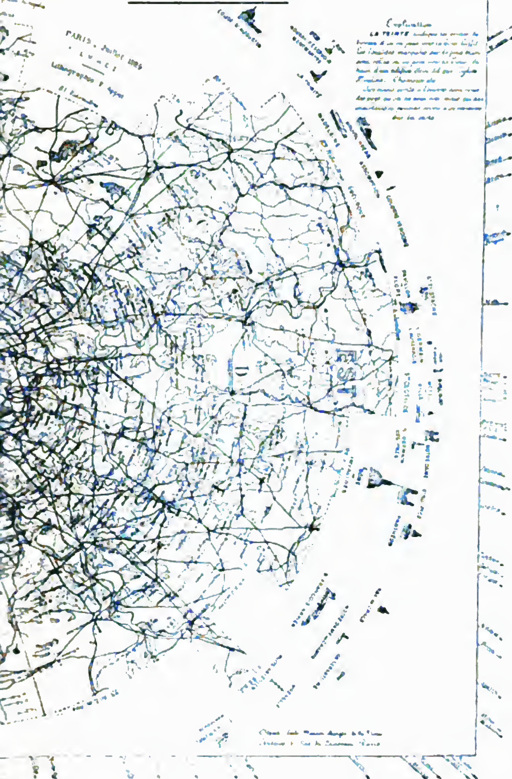


FIG. 311. — Panorama

Échelle de 1/320 000me, d'après une carte en couleur par MM. Mizon et Tronq teinte indique le terrain complètement en vue de la Tour Eiffel. Les localités élevé, tel que : église, moulins, châteaux, etc. Les noms écrits à l'envers sont retrouver sur la carte.

D OU L'ON PEUT VOIR

LA TOUR EIFFEL



s Environs de Paris.

Les monuments dessinés dans l'encadrement servent de point de repère. La
...ées dans le fond blanc sont celles où on peut voir la Tour du haut d'un édifice
des pays qu'on ne peut voir, mais qui sont importants ou peuvent servir à se

pur. Les microbes, qui se comptent par milliers au mètre cube dans les rues, ne sont déjà plus qu'au nombre de 60 à la hauteur des tours Notre-Dame, à 66 mètres. Il sera intéressant de suivre leur dénombrement à 300 mètres, quand la foule ne montera plus si pressée à la tour et quand on pourra entreprendre des expériences sérieuses.

Il est inutile aussi de parler de la prétendue influence de la tour sur les orages et sur la pluie. Quand on est là-haut, perché sur cette minuscule terrasse, avec l'étendue immense devant soi, on comprend vite, sans autre raisonnement, que le rôle de la tour est absolument nul. Ce n'est pas ce gros fil de fer dressé en l'air qui peut changer le cours des vents ni la tension électrique. La tour est elle-même son paratonnerre. On a muni la terrasse supérieure d'une tige avec pointe et sur la troisième plate-forme on a dressé obliquement aussi quelques tiges à pointes. La foudre est tombée sur la tour pendant l'orage du 9 août avec un bruit formidable. Elle n'a occasionné aucun dégât. Les hommes de service sur la troisième plate-forme et dans le phare n'ont absolument rien ressenti. M. Mascart a donné à cet égard quelques détails qu'il a puisés lui-même dans le rapport de M. Foussat, chef du service électrique qui se trouvait sur la plate-forme supérieure au moment de l'orage.

La pointe de bronze avec bout de platine qui terminait la tige centrale, avait été enlevée quelques semaines auparavant parce qu'elle éprouvait des oscillations qui en faisaient craindre la chute. A 9 heures 40 minutes, une décharge eut lieu sur le paratonnerre du sommet; elle fut accompagnée d'un

bruit épouvantable analogue à la détonation de deux pièces d'artillerie de petit calibre, quelques gouttelettes rouges se sont détachées de la pointe; elles étaient dues probablement à la combustion dans l'air de parcelles de fer volatilisées. On a remarqué, en effet, que l'écrou qui terminait la tige, portait de petites bavures qu'il a été nécessaire de limer pour remonter une aigrette de pointes. Sur les paratonnerres de la plate-forme, on aperçut à diverses reprises des fusées lumineuses accompagnées d'un crépitement très manifeste. Le gardien du phare était près de son appareil; deux hommes manœuvraient les projecteurs sur la plate-forme et M. Foussat était lui-même adossé à la rampe, regardant le paratonnerre central. Aucune de ces quatre personnes n'a éprouvé la moindre secousse au moment du coup de foudre. Cependant, à cause de l'abondance de la pluie et de la possibilité d'un danger dans le cas d'une nouvelle décharge, les projecteurs furent éteints et les trois personnes restées sur la terrasse, rentrèrent dans les laboratoires. Un nuage descendu alors jusqu'à la hauteur du phare fut trouvé vivement éclairé. C'est sans doute à cette dernière circonstance qu'est due l'impression éprouvée par certaines personnes situées à quelque distance dans Paris, que le sommet de la tour après l'éclair paraissait enveloppé d'une lueur électrique tellement éclatante qu'elle a éclipsé la lumière des projecteurs.

Les instruments météorologiques placés au bas de la Tour n'ont subi aucun dommage. Ce coup de foudre est en somme conforme à tous les faits connus; il montre que la communication de la tour avec le

sol est parfaite et que la sécurité dans l'édifice paraît absolue.

Il nous faut bien limiter cette description rapide, et cependant déjà trop longue.

L'impression que laisse ce monument hardi est de celles que l'on n'oublie pas. La tour de 300 mètres marque une étape dans l'histoire des constructions métalliques. C'est bien l'expression très significative de l'état actuel des tendances nouvelles de l'art du constructeur. La grande tour nous restera aussi comme un témoignage imposant des progrès de l'industrie contemporaine.

XIII

PAVILLON DES TRAVAUX PUBLICS — PONTS NAVIGATION INTÉRIEURE

Pavillon des Travaux publics. — Au Trocadéro. — Exposition du Ministère des Travaux publics. — Tour de France. — De 1878 à 1888. — Modèles des grands ouvrages français. — Ponts et viaducs. — Tendances modernes. — Les longues portées. — — Ponts en maçonnerie. — Pont de Lavaur. — Viaducs de la Crueize, de Saint-Laurent. — Arches en acier. — Ponts de Rouen, de Lyon, de Nantes. — Les ponts suspendus. — Le fameux pont de Brooklyn. — Ponts à poutres métalliques. — Le viaduc de Garabit. — L'industrie des ponts en treillis aux États-Unis. — Ponts à boulons. — Navigation intérieure : les rivières. — La loi de 1878. — Travaux en Seine. — Mouillage de 3m,20. — Les nouveaux barrages. — Systèmes Poirée, Boulé, Cameré. — Le barrage de Poses. — Les écluses de Bougival. — Manœuvres mécaniques des écluses. — L'eau sous pression et la chute de Marly. — Les trains de bateaux. — Trafic.

Au Trocadéro, au milieu des jardins, on voit de loin profiler sur le ciel, à 38 mètres de hauteur au-dessus du sol, la lanterne dorée de son phare. La foule connaît bien le chemin. On monte seize marches; la porte est ouverte à deux battants; au-dessus, on lit simplement : TRAVAUX PUBLICS.

C'est là, en effet, que l'administration a réuni les me-

dèles et les dessins des principaux travaux exécutés en France depuis 1878. On a été, en quelque sorte, choisir dans nos départements les travaux les plus



Fig. 313. — Pavillon du Ministère des Travaux publics.
(F. de Dartein, architecte.)

remarquables; on les a réduits à une échelle convenable, et l'on est venu nous les placer sous les yeux, de sorte qu'en visitant ce pavillon, on fait très vite un

tour de France très instructif. Quand on en sort, on conserve une notion juste de l'œuvre considérable qui a été poursuivie dans notre pays depuis dix ans et qui, en somme, représente, sous une forme bien tangible, une partie de la fortune publique.

Le pavillon du Trocadéro a été construit sur les plans de M. de Dartein, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur d'architecture à l'École polytechnique. Il est surmonté d'une tour avec étages successifs à pans coupés graduellement rétrécis, supportée par quatre fermes en plein cintre croisées deux à deux et maintenues par un chaînage octogonal en acier. On juge très bien de cette disposition à l'intérieur. L'effort réparti sur le chaînage atteint 80 tonnes. La décoration est sobre; tous les effets décoratifs sont obtenus avec la brique ordinaire et la brique émaillée de diverses nuances. On a très bien réparti la lumière, et la ventilation a été assez assurée pour que la température ne s'élève pas sensiblement dans le bâtiment. La superficie occupée par les modèles dans la seule salle centrale est de 140 mètres carrés; elle n'était que de 90 mètres carrés en 1878; la surface murale, absorbée par les dessins, cartes et tableaux, atteint 600 mètres carrés; plus du double de celle de la précédente Exposition. Au dernier moment, malgré le choix sévère des modèles, il a encore fallu ajouter un pavillon accessoire en bois. C'est assez dire l'ample développement que l'on a donné à cette exposition spéciale (1).

(1) L'exposition du Ministère des Travaux publics a été organisée par une commission présidée d'abord par M. Gouzay et ensuite par M. Lagrange, inspecteur général, directeur de l'École

L'administration a fait placer, — exemple que l'on aurait bien dû suivre ailleurs, — sur tous les objets exposés des notices succinctes ; elle a en outre publié un volume de notices illustrées sur les modèles, dessins et documents divers relatifs aux travaux des ponts et chaussées, et un second relatif aux mines et au nivellement général de la France (1).

Le public examine tout ; il va aux cartes, aux aquarelles, mais il reste des heures devant les modèles qui excitent sa curiosité. Il est de fait qu'ils sont charmants, ces modèles, depuis les ponts, les canaux, les écluses, les barrages, jusqu'aux ports et aux phares. C'est partout la réalité prise sur le vif, seulement vue par le petit bout d'une lorgnette. Les réflexions des curieux abondent; quelques-uns poussent quelquefois des exclamations de joie ; on les entend dire avec certaine fierté : « Mais c'est mon port ; voilà notre canal ; c'est Calais, c'est Cherbourg... » Ils sont tout heureux de se retrouver chez eux en plein Paris et ils décrivent eux-mêmes les travaux exécutés devant la foule qui les entoure et qui les écoute avec empressement. Suivons de loin le public et, comme lui jetons un coup d'œil rapide sur les points les plus saillants.

des Ponts et Chaussées. La construction, les installations ont été faites par M. de Dartein avec l'assistance de M. Boulard, chef de bureau des dessins à l'École des Ponts et Chaussées.

(1) Ces deux volumes avec nombreux dessins sont bien précieux. Le premier donne des détails importants sur les routes et ponts, la navigation intérieure, la navigation maritime, les phares, les balises, les chemins de fer. Il a été publié par les soins de M. l'ingénieur en chef Choisy avec le concours de M. Boulard. Le second volume concerne en particulier les cartes géologiques, la statistique, le nivellement, les Écoles des Ponts et des Mines, les houillères et les minerais en Afrique, en Perse, etc.

Autrefois un pont en pierre, qui avait une arche de 40 à 45 mètres, était réputé remarquable; quand il atteignait 48 mètres de portée comme le vieux pont du XVIIIe siècle voisin de Lavaur sur la route de Castres,

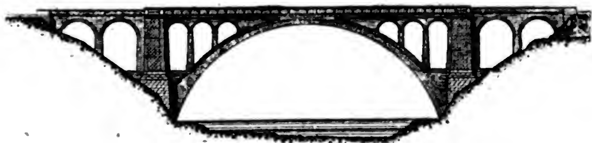


Fig. 314. — Élévation du Pont de Lavaur.

on se dérangeait de loin pour aller l'admirer. Aujourd'hui, ces portées sont devenues courantes et l'on n'a exposé que des ponts en maçonnerie dont les arches ont au moins 45 mètres d'ouverture et, parmi ceux-là,

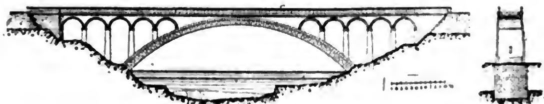


Fig. 315. — Élévation du Pont Antoinette et coupe transversale du viaduc à petites arches.

précisément le nouveau pont de Lavaur sur la ligne de Saint-Sulpice à Castres et le pont Antoinette sur la même ligne. Le pont Antoinette a une arche de 50 mètres; le pont de Lavaur, une arche de $61^{m},50$. De nos jours on construit mieux et plus vite qu'autrefois. La construction de la voûte sur le cintre en bois

s'effectue par rouleaux successifs et par tronçons multiples symétriques que l'on clave isolément ; on attaque le travail par plusieurs points et l'on peut ainsi établir une arche de 60 mètres en quatre-vingts jours. On compte par mois au lieu d'années depuis les progrès réalisés dans les procédés de construction. En même temps le travail par rouleaux successifs soulage beau-

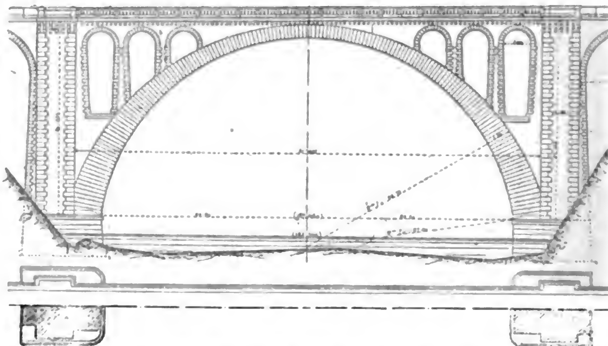


Fig. 316. — Demi-plan supérieur et coupe horizontale de la grande arche du Pont de Céret.

coup les cintres et, à l'épreuve, on ne relève que des tassements insignifiants. Au pont de Lavaur le tassement sur cintre n'a été que de 18 millimètres, et le tassement au décintrement n'a pas atteint 1 millimètre. Les ponts en maçonnerie ne sont pas en défaveur, comme on le pourrait supposer ; au contraire, les ingénieurs les établissent avec un certain plaisir, car ils sont leur œuvre bien plus que les ponts métalliques où la part dévolue au constructeur est toujours plus

large. Mais, pour choisir la pierre et la maçonnerie, il faut que le terrain s'y prête et que des raisons d'ordre économique n'obligent pas à avoir recours au métal. On a élevé dans ces derniers temps de beaux viaducs en pierre. On a représenté notamment, au pavillon, le viaduc de Saint-Laurent de 269 mètres de longueur formé de dix arches de 20 mètres d'ouverture, ligne



Fig. 317. — Pont sur le Gave d'Oloron.

de Mende à Sévérac-le-Château. Le modèle est à l'échelle de 1/25 comme la plupart des spécimens exposés. Il faut citer encore, sur la ligne de Marvejols à Neussargues, le viaduc de la Crueize, de six arches de 25 mètres d'ouverture, qui s'élève à 63 mètres au-dessus de la vallée.

On s'arrête surtout devant les ponts établis dans les grandes villes, devant les nouveaux ponts de Rouen, de Lyon, de Nantes. Le pont de Rouen remplace le pont suspendu à péage de 1838; il a été terminé en

1888. Il est à trois travées métalliques de 40, 49 et

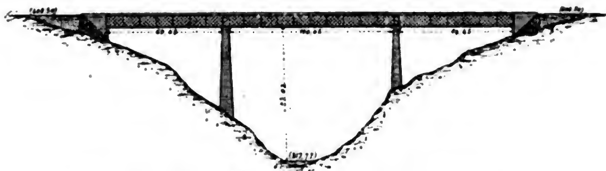


Fig. 318. — Élévation du Viaduc de la Tardes.



Fig. 319. — Plan du Viaduc de la Tardes.

55 mètres de portée, appuyée sur des piles en maçonnerie. Pour la première fois en France, on a construit

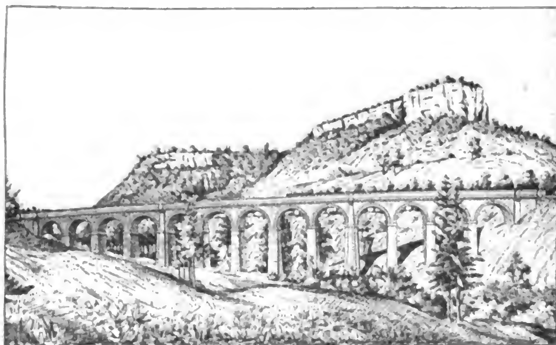


Fig. 320. — Viaduc de la Brême.

les trois arcs en acier; aussi leur épaisseur à la clef a-t-elle pu être réduite au centième de l'ouverture, ce



FIG. 321. — Élévation du Pont de Rouen.

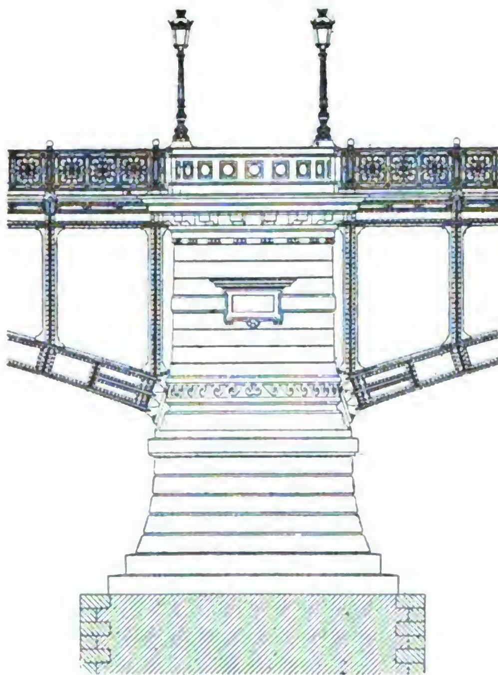


FIG. 322. — Nouveau Pont de Rouen (élévation d'une pile).

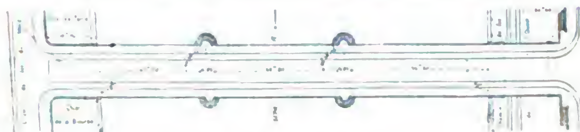


FIG. 323. — Plan du Pont de Rouen.

qui augmente d'autant la hauteur libre au-dessus des eaux. Les travaux de reconstruction des ponts

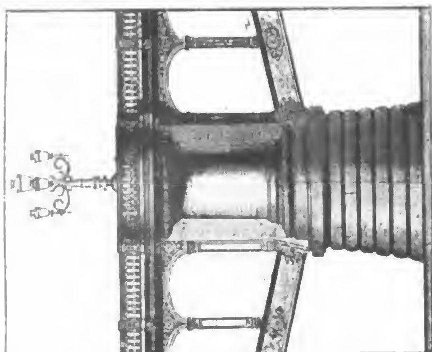


Fig. 325. Élévation d'une pile du Pont Morand.

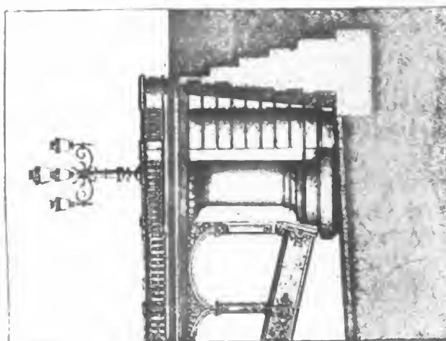


Fig. 324. Élévation d'une culée du Pont Morand.

Morand et Lafayette, sur le Rhône, commencés en 1887, sont en bonne voie d'exécution. Là aussi, on

a adopté trois arcs en acier. Le pont de Barbin à Nantes, sur l'Erdre, terminé en 1885, se compose

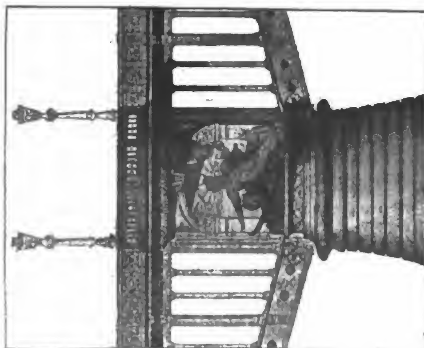


Fig. 327. Élévation d'une pile du Pont Lafayette.

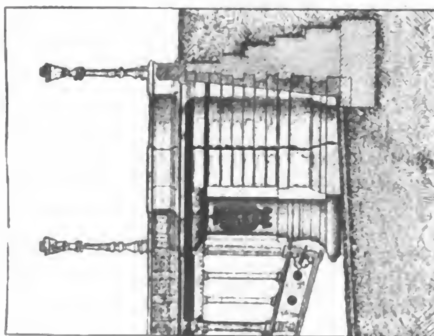


Fig. 326. Élévation d'une culée du Pont Lafayette.

d'une seule arche métallique de 80 mètres d'ouverture.

Il est à noter aussi que, à l'opposé de ce qui se pas-



Fig. 328 et 329. — Pont sur le Hudson, entre New-York et Brooklyn. (Élévation et Plan.)

sait généralement autrefois, on se préoccupe de nos jours beaucoup des effets décoratifs. On cherche à faire monumental, à frapper le regard par l'ampleur des abords et la grandeur des arches, par les ornements des piles. Au pont Lafayette, sur le joli modèle exposé, les avant-becs des piles sont surmontés de reproductions des groupes de Coustou en fonte représentant l'un le Rhône, l'autre la Saône. A Rouen, M. de Dartein a décoré avec un véritable goût le nouveau pont; le garde-corps en fonte ornée est d'une grande élégance.

Les ponts suspendus ne sont représentés que par un cadre de dessins figurant la reconstruction du tablier du pont de Tonnay-Charente. Il y a, de ce côté, un progrès à signaler. Les anciens câbles de suspension tordus dans un seul sens s'allongeaient à la longue. M. Arnodin a eu la bonne idée de les constituer avec des brins alternativement tordus dans les deux

sens. Ce système offre de grands avantages. Peut-être les ponts suspendus reverront-ils de beaux jours ? Si autrefois nous avons établi les beaux ponts de Fribourg, il ne faut pas oublier que les Américains ont construit le pont unique, merveilleux, de Brooklyn sur la rivière de l'Est à New-York. Il a 1,825 mètres de lon-



Fig. 330. — Le Pont de Brooklyn, sur le Hudson.

gueur ; il est formé d'une travée centrale de 486 mètres et de deux latérales de 283 mètres. La hauteur au-dessus des hautes mers est encore de 41^{m},15. Sa largeur est de 25 mètres avec deux routes de voitures, un double passage pour tramways, un trottoir central surélevé pour les piétons. Les piles ont jusqu'à 83 mètres de hauteur. Les câbles sont énormes, 48 centimètres de diamètre ; ils sont formés de 5,290 fils d'acier fondu.

Les ponts à poutres métalliques se multiplient tous les jours ; ils sont économiques, et on les établit vite. On monte les poutres à terre par tronçons successifs et on les fait avancer par petits mouvements sur galets jusqu'à la première pile et ainsi de part et d'autre. Le pont s'en va tout seul prendre sa place définitive à travers l'espace. On a exposé divers modèles de ponts



Fig. 331. — Pont suspendu de Tonnay-Charente.

à treillis ou de viaducs métalliques. A l'entrée, la porte franchie, les yeux se portent sur une élégante réduction du célèbre viaduc de Garabit (ligne de Marvejols à Neussargues), projeté, étudié par le regretté Léon Boyer et réalisé par M. Eiffel. La rivière de la Truyère est franchie par une grande arche centrale de 165 mètres d'ouverture et formée seulement de deux fermes. Cette arche est exactement du type inauguré par la maison Eiffel et Cie au pont du Douro,

en Portugal. Les piles métalliques les plus élevées aux extrémités de l'arche ont 61 mètres de hauteur. Le viaduc de la Tardes (ligne de Montluçon à Eygurande) aussi est remarquable. Il est à trois travées droites, celle du milieu ayant 100 mètres et les deux latérales $69^{m},45$. La pile la plus haute mesure 60 mètres de hauteur.

L'industrie des ponts à treillis a pris en France de

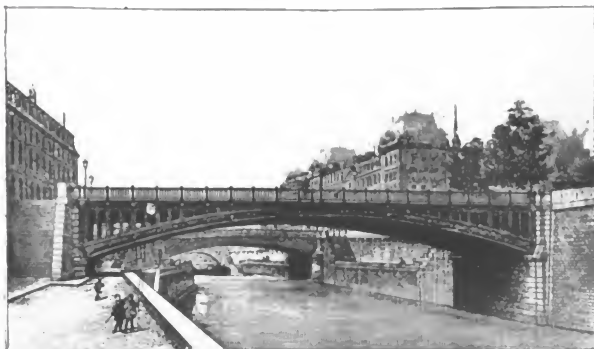


Fig. 332. — Pont au Double, sur la Seine.

grands développements. Il ne faut pas cependant perdre de vue ce qui se fait aux États-Unis. M. Macdonald, directeur de l'Union Bridge Company, a terminé, l'année dernière, le grand pont de Poughkeepsie sur l'Hudson, avec cinq grandes travées de 151 et 157 mètres de portée reposant sur les piles en acier qui s'élèvent à 40 mètres au-dessus du niveau des eaux. Toute la partie métallique a été mise sur place en quelques

mois. En Amérique, on tend à supprimer les rivets de montage et à les remplacer par de gros boulons ou axes d'articulation de 25 à 30 centimètres de diamètre ajustés à 5 dixièmes de millimètre près. L'assemblage se pratique très vite.

Le grand pont du Niagara construit d'après ce système, en bas de la chute, à 60 mètres de hauteur

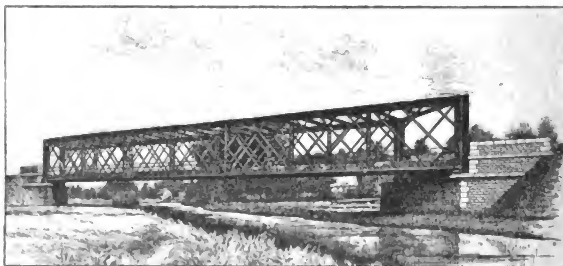


Fig. 333. — Pont en acier sur la Braye.

au-dessus du fleuve, se compose de poutres de 146 mètres de portée. L'exécution des travaux, le montage sur place ont été effectués en neuf mois et demi. Au viaduc de Veraguas, sur le chemin de fer qui franchit la Cordillère à une altitude de 3,700 mètres, trois petites travées de 30 mètres ont été montées en seize heures par une équipe de 50 hommes à 83 mètres au-dessus du sol. Il restera à savoir comment se comporteront les nouveaux ponts boulonnés au bout de plusieurs années de service (1). En tout cas, lorsqu'il

(1) Il est bon, à titre de document, d'enregistrer les faits suivants, signalés par M. de Garay à la Société des ingénieurs civils.

s'agira d'aller vite, les ponts à boulons sont tout indiqués.

La navigation intérieure mérite principalement de fixer l'attention ; on doit la considérer comme une partie essentielle de l'outillage national. Il faut s'efforcer d'effectuer les transports le plus vite et le plus éco-

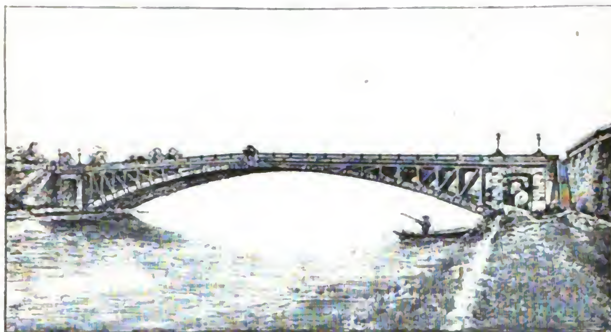


Fig. 334. — Pont de Barbin sur l'Erdre, à Nantes.

nomiquement possible. Les voies navigables et les chemins de fer sont destinés, non pas à se supplanter, mais

Sur la ligne des Andes on construisit dernièrement quatre ponts de 30 mètres d'ouverture. Deux furent exécutés par les Anglais. La mise en place dura plus de deux mois. Lors de l'épreuve, le premier tomba au fond du ravin; le second s'affaissa sur les échafaudages. Le troisième pont, de construction française, à treillis rivés, fut monté en un mois; il résista parfaitement. Le quatrième de construction américaine, d'après le nouveau système Fink, subit aussi l'épreuve avec succès; mais il avait été mis en place en *cinq* jours. Les trois ponts européens pesaient 126 tonnes et le pont américain seulement 67 tonnes.

bien à se compléter ; entre eux, se fait un partage naturel d'attributions, une répartition judicieuse qui a pour conséquence certaine l'accroissement de la richesse publique. Jusqu'en 1878, aucune pensée d'ensemble n'avait présidé à la construction des canaux. Sur les voies ferrées, on avait exigé dès l'origine l'unité d'écartement des rails ; sur les voies navigables, le tirant d'eau, les dimensions des écluses variaient un peu



Fig. 335. — Viaduc sur la Saône (ligne de Collonges à Lyon-Saint-Clair.)

partout. La loi du 5 août 1879 fit cesser ce défaut d'homogénéité. Aux trente lignes principales de navigation qui sillonnaient le territoire, elle imposa l'obligation de réunir l'ensemble des conditions communes suivantes :

Profondeur d'eau	2m,00
Largeur des écluses	5m,20
Longueur	38m,50
Hauteur libre sous les ponts	3m,70

Ces dimensions correspondent à celles de la péniche

flamande, qui est le type de bateau le plus répandu et qui mesure 38 mètres de long, 5 mètres de large, 1^m,80 d'enfoncement avec 300 tonnes de chargement.

Le programme arrêté en 1878 a prévu l'amélioration de 4,000 kilomètres de rivières et de 3,600 kilomètres de canaux, et la construction de 1,400 kilomètres de canaux nouveaux. La dépense totale a été évaluée à 700 millions. Pendant les neuf années qui

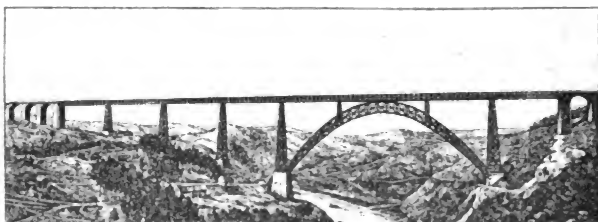


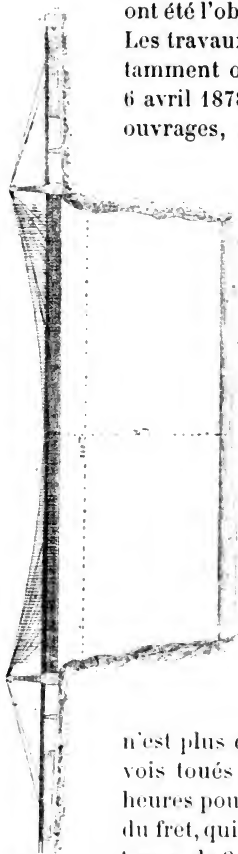
Fig. 336. — Viaduc de Garabit.

viennent de s'écouler entre 1879 et 1888, les sommes consacrées à l'amélioration des voies navigables dépassent 456 millions. On a poussé partout les travaux avec une grande activité. On peut donner une idée des résultats obtenus par les quelques chiffres suivants qui représentent en kilomètres les longueurs des voies réunissant les conditions de la loi du 5 août 1879 :

	Fleuves et riv.	Canaux.	Ensemble.
En 1878.	996	463	1,459
En 1887.	1,819	1,747	3,566
Différence en faveur de 1887.	823	1,284	2,107

Nos grands fleuves, la Seine, le Rhône, la Garonne, etc.,

ont été l'objet d'améliorations importantes. Les travaux de canalisation de la Seine notamment ont été considérables. La loi du 6 avril 1878 avait prescrit de remanier les ouvrages, barrages, écluses, et d'assurer aux bateaux en tout temps un mouillage minimum de 3m,120; celle du 21 juillet 1880 étendait le mouillage permanent à toute la traversée de Paris. Tout a été exécuté en moins de six ans; il ne reste plus à terminer que l'écluse de Villez. Les dépenses de canalisation au total se sont élevées à 88,530,000 francs. Les résultats économiques sont significatifs.


Fig. 337. — Pont sur les Chutes du Niagara.

La durée du trajet de Rouen à Paris (220 kilomètres), qui était jadis de quatre à cinq jours, n'est plus que de trois jours pour les convois toués ou remorqués et de vingt-huit heures pour les porteurs à vapeur. Le prix du fret, qui était en 1840 de 13 à 15 francs la tonne, de 8 à 9 francs en 1869, s'est abaissé, suivant la nature des marchandises, de 4 à 5 francs à la remonte et de 2 fr. 75 à 3 fr. 50 à la descente et diminue

à mesure que la batellerie transforme son vieux matériel. Le trafic a augmenté considérablement. Le tonnage ramené au kilomètre a monté, en 1881 à 1888, de 227,307,266 à 389,568,346. En 1888, il a passé 25,267 bateaux aux écluses de Bougival.

Dans tout travail de canalisation, on se propose de rendre la rivière navigable en tout temps, pendant les sécheresses, pendant les basses eaux, de régulariser le courant, de supprimer les écueils, etc. On y parvient au moyen de barrages successifs qui relèvent le plan d'eau et assurent la pente convenable. Le fleuve se trouve ainsi comme partagé en une série d'étages à profondeur déterminée que les bateaux franchissent par l'intermédiaire des écluses (1). La construction des barrages arrêta longtemps les ingénieurs, car, si les anciens barrages fixes avaient l'avantage de relever le plan d'eau, en cas de sécheresse, ils avaient l'inconvénient de faciliter les inondations et de rendre les crues désastreuses; c'est seulement en 1834 que le problème fut résolu, lorsque M. Poirée eut inventé les barrages mobiles à fermettes et à aiguilles, dont le premier type fut établi à Bezons, près Paris. En cas de hautes eaux, en effet, on supprime tout barrage; il n'y a plus qu'à enlever les aiguilles juxtaposées qui barrent le cours du fleuve et à abaisser les fermettes de soutien. Le système Poirée avec de légères modifications a été installé un peu partout. Cependant, l'expérience a montré qu'il n'était pas exempt de certains inconvénients. Le déplacement des aiguilles est lent et pénible, quand

(1) Sans écluses, pas de canalisation possible. On dit que la première écluse à sas fut construite en 1528, près de Milan, pour faciliter le transport des marbres du Dôme.

on dépasse les petites chutes. Le système très suffisant pour des retenues réduites devient beaucoup moins pratique pour des barrages à grande chute. Dans ces

Fig. 338. — Plan général de la Retenue de Suresnes.

derniers temps, M. A. Boulé, ingénieur en chef de la navigation de la Seine à Paris, a eu l'idée de supprimer les aiguilles et de les remplacer par des vannes. Il dispose sur le châssis formé par les fermettes une série de panneaux en bois de 1m,22 de largeur sur 1 mètre de hauteur. On glisse un panneau, puis un second,

un troisième; jusqu'à ce que cette muraille en bois barre le courant. Quand on les retire successivement de haut en bas, le débit du fleuve s'effectue par déversement, ce qui évite les courants de fond qui tendent à affouiller le radier; en même temps la pression de l'eau sur les vannes diminue progressivement et l'effort à faire pour enlever le panneau est toujours faible. Ce nouvel engin de fermeture, expérimenté d'abord à Port-à-l'Anglais, a été établi au barrage de Suresnes dont la chute est de 3^m,27, concurremment avec un autre système combiné par M. l'ingénieur en chef Cameré. Les modèles exposés font très bien comprendre les détails des moyens de fermetures employés à Suresnes. Le système Boulé constitue dans sa simplicité un progrès.

C'est le barrage de Poses qu'il convient de visiter pour bien juger dans son ensemble de l'ingénieuse invention de M. Cameré. Ici nous sortons complètement du dispositif Poirée; plus de fermettes, plus d'aiguilles, et le système devient applicable à des retenues d'eau dont la hauteur dépasse tout ce qui a été fait jusqu'alors. Le principe du nouveau barrage peut s'esquisser en quelques lignes. Un pont constitué par deux poutres à treillis repose sur les piles séparatives des passes; il est établi assez haut pour laisser dans tous les cas le passage libre aux bateaux. Du tablier du pont pendent des montants verticaux en tôle entretoisés formant toute une série de cadres. Ces montants, fixés au pont par des articulations, viennent buter au fond de l'eau sur des bornes qui les maintiennent en place, et ils s'appuient par leur extrémité supérieure sur des consoles. Ces cadres tiennent lieu des fermettes de l'ancien sys-

tème. Les aiguilles Poirée, les vannes Boulé sont remplacées par des rideaux de 2^{m},28 de largeur constitués

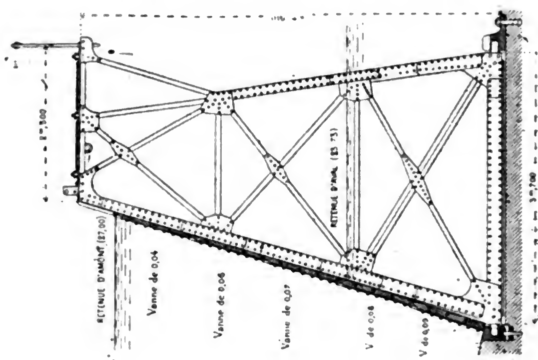


Fig. 340. — Barrage de Suresnes.
Fermette de la passe navigable.

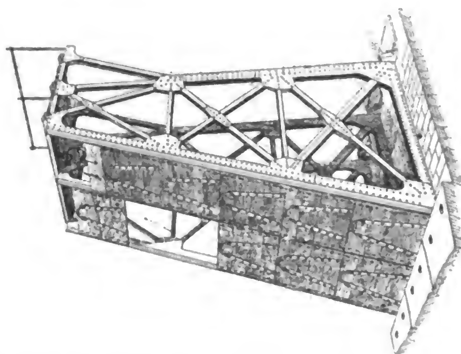


Fig. 339. — Barrage de Suresnes.
Fermettes garnies de leurs vannes.

par d'épaisses lames de bois juxtaposées horizontalement les unes au-dessus des autres. Ces rideaux, ac-

crochés à des supports, se déroulent à la façon de jalousies, s'appliquent contre les cadres et forment fermeture. Pour ouvrir le barrage, on fait agir un treuil

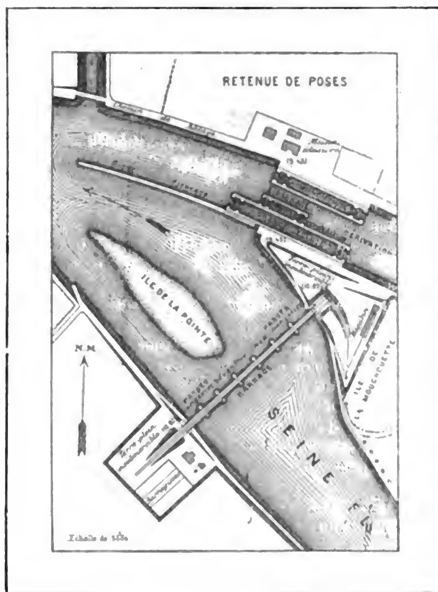


Fig. 341. — Barrage de Poses.

installé sur un petit pont de service; il enroule les rideaux. En même temps, on relève les cadres de soutien en leur faisant décrire un demi-cercle autour de leurs articulations et on les fixe du côté aval sous le

point de suspension; la passe est libre. Les fermettes

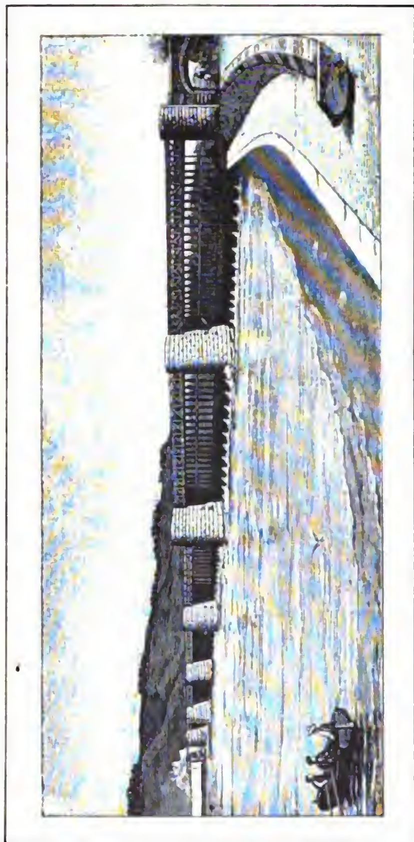


Fig. 312. — Barrage de Poses.
Vue d'ensemble du barrage.

se rabattaient dans l'eau, ce qui est toujours désavan-

tageux ; les montants relevés hors de l'eau peuvent toujours être visités. On conçoit que la manœuvre des rideaux soit beaucoup plus simple et plus rapide que celles des aiguilles et même des vannes ; on comprend aussi que, en forçant un peu les épaisseurs des cadres et des rideaux, on puisse augmenter la charge

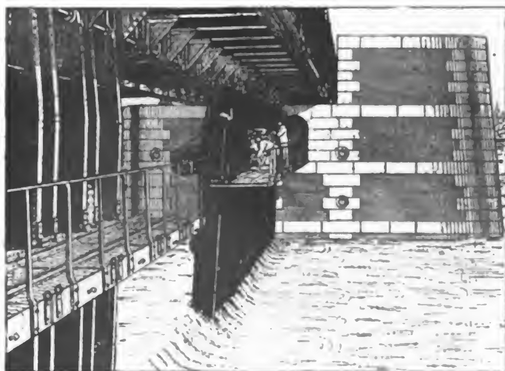


FIG. 313. — Barrage de Poses.
Vue d'aval d'un rideau. (Enroulement.)

d'eau sans grand inconvénient et élever le barrage.

Ce dispositif est très élastique ; il se prêterait même après coup à une nouvelle surélevation ; il suffirait de modifier les cadres et les rideaux. Le système de M. Cameré présente donc des avantages sérieux. Il n'y a pas de médaille sans revers : il est malheureusement très coûteux. Il est vrai que, par la hauteur de la retenue, il permet d'agrandir les biefs et de diminuer le

nombre des barrages. C'est ce qui est survenu à Poses.

Le barrage de Poses (Eure), établi au kilomètre 202, est le plus important des ouvrages récemment installés entre Paris et Rouen. Par suite de l'élévation exceptionnelle de sa retenue, il maintient le mouillage à

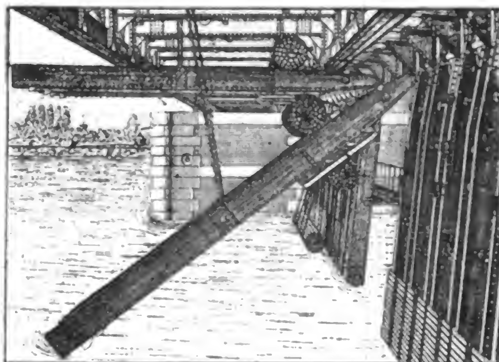


Fig. 344. — Barrage de Poses.
Vue d'amont. (Relevage d'un cadre.)

3^m,20 dans un bief de 41 kilomètres compris entre Poses et Notre-Dame-de-la-Garenne; la longueur moyenne des autres biefs est seulement de 23 kilomètres. On avait d'abord projeté un barrage Poirée de 4 mètres; mais le niveau étant insuffisant pour couvrir les hauts fonds de la Mare et de Tosny, on devait établir, 10 kilomètres plus haut, à André, un autre barrage de 1 mètre. L'emploi du système Cameré a évité

ce travail supplémentaire et il a permis de porter à 5 mètres la hauteur de la retenue de Poses. Le nouveau barrage Cameré a été très apprécié par les ingénieurs du Congrès de la navigation fluviale pendant le récent voyage qu'a fait, le long de la Seine, M. Yves Guyot, ministre des travaux publics.

Le remaniement des ouvrages en Seine a exigé aussi la construction de nouvelles écluses à côté des anciennes. A Bougival, notamment, on a établi deux écluses accolées, l'une pour les convois de 220 mètres de longueur utile sur 17 mètres de largeur, et l'autre pour les bateaux isolés de $41^{m},60$ de longueur utile et de $8^{m},20$ de largeur. La Compagnie du touage remorque ordinairement entre Saint-Denis et Paris 16 ou 17 péniches et le toueur. Le dessin des écluses de Bougival montre aussi les appareils hydrauliques employés pour la manœuvre des portes des écluses. Tout marche mécaniquement et la force motrice est fournie par la chute du barrage. Les divers appareils sont actionnés par l'eau sous pression provenant d'un accumulateur Armstrong chargé à 60 kilogrammes par centimètre carré. L'eau est refoulée dans l'accumulateur au moyen de turbines mues par la chute elle-même.

Ce système mécanique tend à se généraliser dans les ports de mer. L'adoption des appareils mécaniques à Bougival a été motivée par le trafic de ces écluses, les plus importantes du réseau; en 1888, il a été de 3,056,829 tonnes. L'installation actuelle permettra de desservir un trafic double, soit 6 millions de tonnes.

Le passage d'un train qui peut porter 4,500 tonnes

exige encore cinquante-six minutes; il est vrai que quarante minutes sont absorbées sur ce temps, uniquement par les manœuvres de rangement à la sortie et à l'entrée des 17 bateaux.

Nous aurions beaucoup à dire sur l'amélioration de la Seine maritime, sur celle du Rhône; il y a partout de grands progrès. Mais il faut nous limiter bon gré mal gré. Nous jetterons un coup d'œil rapide dans le chapitre suivant sur les canaux, les travaux maritimes et sur les phares.

XIV

PAVILLON DES TRAVAUX PUBLICS
CANAUX — PHARES — BALISES

Pavillon des Travaux publics. — Les canaux en France. — Nombre d'écluses. — Longueur moyenne des biefs. — Progrès récents dans l'outillage de la navigation intérieure. — Le canal du Centre. — Les écluses à grande chute. — Chute de $5^m,20$. — Les vannes cylindriques. — Les ascenseurs pour canaux. — La balance aérohydrostatique Seiler. — Rachat de grandes différences de niveau. — Les ascenseurs Clarck. — L'ascenseur des Fontinettes. — Canal de Neuffossé. — Chute de $13^m,50$. — — Importance de la solution. — Le halage funiculaire. — Siphon du canal Saint-Martin. — Grands travaux maritimes. — Les ports de Calais, Boulogne, Dieppe, la Pallice. — Fondations à l'air comprimé. — Les caissons à la Pallice et à Bordeaux. — Service des phares. — Le plus grand appareil optique du monde. — Les phares électriques et les phares à l'huile. — Une solution neuve. — Appareil hyper-radiant. — Les signaux sonores. — Les tours-balises à la gazoline. — Conclusion.



PRÈS les rivières, les canaux. Le programme de 1878 comportait l'amélioration de 3,000 kilomètres de canaux et la construction de 1,400 kilomètres de nouveaux canaux. Dès aujourd'hui plus de 1,300 kilomètres satisfont aux prescriptions de la loi du 5 août 1879. Le travail accompli a été considérable ; l'outil-

lage de la navigation très perfectionné. L'écluse joue naturellement le rôle dominant dans l'exploitation et gouverne en grande partie la vitesse des transports. On comprend que la répétition des écluses entraîne une perte de temps, un accroissement dans le volume d'eau consommée, une importante aggravation des dépenses de construction et d'entretien, une gêne pour la circulation, etc. On tend de plus en plus aujourd'hui à diminuer leur nombre, à augmenter par suite la hauteur de chute et la longueur des biefs. En France, on compte pour les rivières canalisées 581 écluses sur un développement de 3,579 kilomètres, ce qui donne pour le bief moyen une longueur de 6 kilomètres. Les canaux sans bief de partage n'ont déjà plus qu'un bief moyen de $4^{km},600$ avec 471 écluses réparties sur 2,179 kilomètres. Pour les canaux avec bief de partage, la longueur moyenne du bief descend à moins de 2 kilomètres avec 1,395 écluses pour 2,160 kilomètres. Les écluses s'étagent sur le flanc des vallées comme les marches d'un gigantesque escalier. Certains biefs ont moins de 200 mètres. Sur le canal du Centre, par exemple, à Longpendu, 7 écluses étaient séparées par des biefs d'une longueur moyenne de 103 mètres. A Saint-Julien-sur-Dheune, on comptait 9 écluses avec bief moyen de 298 mètres. On a dû se décider, sur ces points, à supprimer un certain nombre d'écluses et à les remplacer par des écluses à plus grande chute; on a doublé les hauteurs de chute et, par suite, réduit de moitié le nombre des écluses. Les nouvelles écluses du canal du Centre, qui ont été visitées, au mois d'août, par le Ministre des Travaux publics, ont $5^{m},20$ de chute et $38^{m},50$ de longueur.

13 écluses à grande chute remplacent, à Longpendu, à Saint-Julien, à Rully, etc., avec de grands avantages, 26 anciennes écluses.

Chaque sassée, en pareil cas, exige le déplacement de 1,200 mètres cubes d'eau. Pour hâter le remplissage et la vidange, on a eu recours à un dispositif ingénieux. L'eau ne s'écoule plus du bief supérieur dans le sas par l'ouverture de vannes ménagées dans les portes. Le débit par les vannes ordinaires eût exigé beaucoup trop de temps. Au fond des enclaves des portes, sous une voûte en plein cintre, s'ouvre, dans le radier de chaque côté, un large puits de $1^{m},40$ de diamètre. Chacun de ces puits descend dans le bajoyer au niveau du busc d'aval et aboutit à un aqueduc voûté en plein cintre de $1^{m},70$ de hauteur sous clef et 1 mètre de largeur. Cet aqueduc longe le sas; il communique avec lui par quatre ouvertures rectangulaires espacées de $0^{m},80$ de largeur sur 1 mètre de hauteur. Voilà, comme on voit, une large route d'écoulement pour les eaux. A la partie supérieure de chaque puits, on a installé des vannes cylindriques qu'il suffit d'ouvrir pour donner issue aux eaux du bief supérieur et pour emplir rapidement le sas. Ces vannes cylindriques sont très commodes; il est facile d'en saisir le fonctionnement. Le puits est prolongé par un cylindre en fonte. Ce gros tuyau est coiffé d'un chapeau cylindrique; entre le cylindre et le chapeau existe un vide annulaire par lequel peut s'engouffrer l'eau. Mais à l'intérieur du chapeau peut monter et descendre une couronne de fonte de $0^{m},46$ de hauteur. Si la couronne est descendue convenablement, elle bouche l'orifice annulaire, fait vanne, et l'eau ne peut s'écouler. Si,

au contraire, on veut emplir le sas, à l'aide d'un cric qui agit sur la tige à laquelle est fixée la couronne mobile, on soulève cette vanne cylindrique qui rentre dans le chapeau et l'eau tombe dans le puits. Le chapeau reçoit la pression verticale de l'eau; les pressions latérales sur la vanne s'équilibrent de sorte que la manœuvre se réduit au soulèvement du poids de la couronne, soit de 370 kilogrammes.

Les vannes d'aval pour la vidange fonctionnent comme les vannes d'amont. Ce système organisé par M. Moraillon est très pratique et fournit sans effort une grande ouverture de débit avec une charge plus forte que sur un orifice ouvert à travers une porte d'écluse. Le remplissage du sas s'effectue en 3 minutes 10 secondes par les deux vannes; la vidange demande 5 secondes de plus. Malgré un déplacement de 1,200 mètres cubes, l'éclusage, dans ces conditions, ne dépasse que de 2 minutes la même opération faite dans les anciennes écluses à 2^m,60 de chute; il absorbe environ 14 minutes pour un bateau de 30 mètres de longueur chargé de 150 tonnes et halé par deux hommes; grâce aux aqueducs latéraux, l'arrivée de l'eau se produit sans mouvements tumultueux.

Le nouveau système à vannes cylindriques pour écluses de grande chute est plein d'avenir; il a déjà été adopté pour d'autres canaux, pour ceux de Paris, pour les écluses de Panama, etc. On en trouve un bon modèle au pavillon. Les projets des écluses à grande chute du canal du Centre ont été dressés par M. Eugène Resal, ingénieur, MM. Moraillon et Variot, sous-ingénieurs, et M. Fontaine, ingénieur en chef.

C'est déjà bien de racheter d'un seul coup une

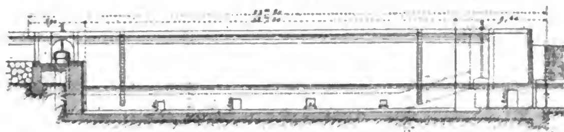


Fig. 346. — Écluses à grande chute.
Coupe longitudinale de l'écluse.

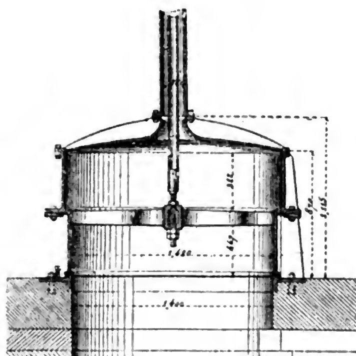


Fig. 347. — Écluses à grande chute du canal du Centre. (Coupe d'une vanne cylindrique, la vanne fermée.)

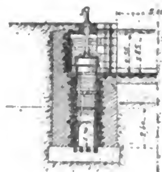
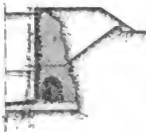


Fig. 348. — Écluses à grande chute. (Demi-coupe en travers sur l'axe des puits d'amont.)







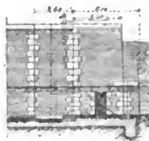


Fig. 349 à 352. — Écluses à grande chute.
Tête amont. Coupes transversales. Tête aval.

différence de $5^m,20$. Mais ne pourrait-on aller plus loin? Avec les écluses, ce problème semble limité autour de 5 à 6 mètres au moins pour le moment. La solution est ailleurs dans certaines circonstances; elle paraît se trouver dans une combinaison hardie, qui constituera une étape importante dans l'histoire de la navigation; nous voulons parler des ascenseurs pour bateaux.

Il existe au pavillon des Travaux publics un modèle bien remarquable du premier ascenseur construit en France, de l'ascenseur des Fontinettes, qui a excité vivement la curiosité publique depuis quelques mois, qui a fait l'objet d'une visite spéciale du Président de la République et qui est resté le but des excursions ordinaires de tous les ingénieurs étrangers venus en France pour l'Exposition.

Le canal de Neuffossé réunit la Lys et le canal d'Aire à l'Aa; il met les ports de Dunkerque, Gravelines et Calais en communication avec le réseau de navigation intérieur; il donne lieu à un mouvement annuel de près de 13,000 bateaux tant chargés que vides. C'est sur ce canal, à Arques, près de Saint-Omer, qu'a été construite autrefois l'écluse des Fontinettes; elle se compose de cinq sas superposés rachetant ensemble une chute de $13^m,13$. Les bateaux franchissent ce passage avec une lenteur que l'on devine; la durée de l'éclusage dépasse quelquefois deux heures. On a dû, pour gagner du temps, renoncer à procéder par croisement et affecter alternativement un jour à la navigation montante et un jour à la navigation descendante. Les encombrements étaient permanents, et il fallait prévoir le jour où l'exploitation deviendrait impossi-

ble. D'ailleurs les sas des Fontinettes n'avaient pas la longueur réglementaire de 38m,50, qui est celle de nouveaux bateaux des canaux du Nord. L'administration, pour remédier à cette situation déplorable, prescrivit en 1881 la construction, à côté des écluses, d'un

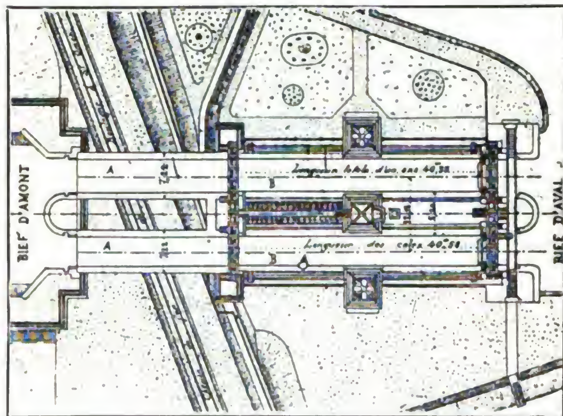


Fig. 353. — Plan de l'Ascenseur des Fontinettes.

ascenseur hydraulique analogue à celui qui fonctionne en Angleterre, à Anderton, sur le canal de Trent et Mersey, mais beaucoup plus puissant, puisque le nouvel ascenseur devait livrer passage à des bateaux de 300 tonnes, tandis que l'ascenseur d'Anderton ne fait circuler que des bateaux de 80 à 100 tonnes. On achève en ce moment un ascenseur analogue à celui des Fontinettes en Belgique, à la Louvière, sur le canal du

Centre; il réunira le canal de Charleroi à Bruxelles à celui de Mons à Condé. Le modèle de l'ascenseur de la Louvière figure dans la section belge au Palais des Machines.

La conception des ascenseurs pour bateaux n'est

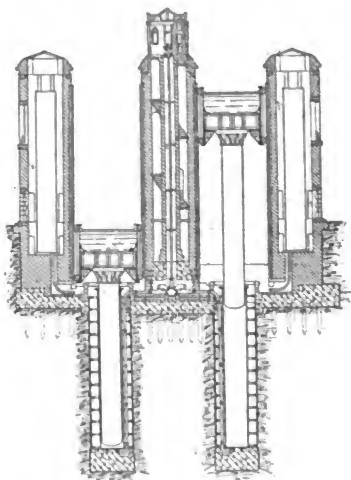


Fig. 354. — Ascenseur hydraulique des Fontinettes.
Coupe transversale.

pas aussi nouvelle que l'on nous parait le croire; sans remonter au delà de 1862, nous nous souvenons fort bien avoir vu à l'Exposition de Londres un modèle d'ascenseur combiné par M. Seiler, sous le nom de « balance aérohydrostatique ». Le système de M. Seiler, très analogue aux élévateurs actuels, avait fait

l'objet de rapports favorables, notamment de M. Huet, aujourd'hui sous-directeur des travaux de la Ville, alors ingénieur des canaux de Paris, et de M. Houel, ingénieur en chef des établissements Cail. La combinaison est d'ailleurs simple, du moins en principe. Au lieu de ramener le plan d'eau dans le sas de l'écluse à la hauteur du bief supérieur, M. Seiler songea à

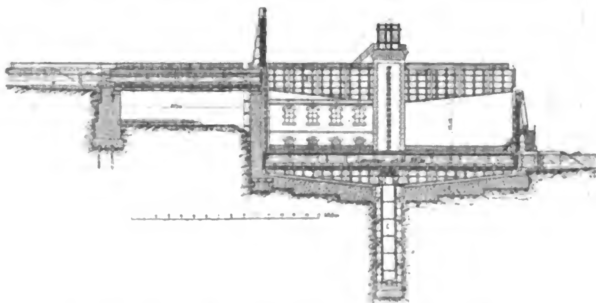


Fig. 355. — Ascenseur hydraulique des Fontinettes.
Coupe longitudinale par l'axe d'un sas.

rendre le sas lui-même mobile, à le faire s'élever avec eau et le bateau, ou s'abaisser de même. Il accoupla deux sas comme les plateaux d'une balance, de façon qu'avec une légère surchage d'eau l'un des sas entraînât l'autre dans son mouvement. Le sas descendant faisait monter le sas accouplé. Les sas consistaient en grands bacs de 35 mètres de longueur. Pour l'époque, le procédé choisi pour les faire mouvoir était assez ingénieux. Chaque bac reposait sur 4 gazomètres, 2 à l'avant, 2 à l'arrière. Les 4 gazomètres de chaque

bac communiquant par un tuyau, il est clair que toute surcharge de l'un comprimait l'air qui, refoulé, passait dans les 4 autres gazomètres, et les soulevait avec le second bac. La descente de l'un entraînait la montée de l'autre (1). D'où le nom de balance aéro-hydrostatique. La perte due au passage de chaque bateau était réduite à une faible tranche liquide. M. Seiler avait proposé ce système pour racheter des différences de niveau de 20 mètres soit sur canaux, soit même sur chemins de fer. Passons.

Dans les ascenseurs actuels, c'est l'eau sous pression qui remplace avec grand avantage l'air comprimé. On peut dire que ces appareils sont la résultante des progrès scientifiques et industriels réalisés depuis vingt ans. Il fallait, pour les construire avec sûreté, avoir l'expérience des grandes pressions, arriver à faire manœuvrer des poids gigantesques de 1,300,000 kilogrammes soutenus sur des pistons de grand diamètre. On dut procéder méthodiquement en passant progressivement du petit au grand. Il a été indispensable d'attendre que la métallurgie et l'art des constructions mécaniques eussent permis de fabriquer des pistons et des corps de pompe résistant à des pressions énormes, car, dans les nouveaux élévateurs, les bacs sont soutenus et mus par les pistons de presses hydrauliques.

M. Edwin Clarck, l'éminent ingénieur anglais, n'a construit en 1880 le premier ascenseur, celui d'Anderton, que lorsque, par de longues études préliminaires, il se fut rendu maître du maniement de l'eau sous haute pression. A vrai dire, ce sont les applica-

(1) *Causeries scientifiques. Découvertes et Inventions*, tome II, 1862.

tions ingénieuses qu'il fit de l'eau sous pression au soulèvement des navires à radouber qui le conduisirent peu à peu à la réalisation des ascenseurs. C'est à ses conseils que l'on a eu recours pour le grand ascenseur des Fontinettes. M. Edwin Clarck en a fourni l'avant-projet; les études définitives ont été commencées sous la direction de M. Bertin, ingénieur en chef. Le projet des terrassements et maçonneries a été dressé par M. Gruson, ingénieur en chef, et M. Cètre, ingénieur ordinaire, qui ont dirigé les travaux pendant toute leur durée. Les travaux commencés en 1883 ont été terminés en 1887, et l'ascenseur mis en service le 20 avril 1888.

Le nouvel ascenseur se compose de deux caissons ou sas métalliques renfermant de l'eau, et dans lesquels flottent les bateaux. Chaque sas est fixé par son milieu sur la tête d'un énorme piston qui plonge dans un cylindre de presse hydraulique installé au centre d'un puits. Les deux presses communiquent souterrainement au moyen d'une conduite munie d'une vanne qui peut les isoler à volonté. Les deux sas mobiles sont disposés parallèlement; on a ainsi une véritable balance hydraulique; il suffit que l'un des caissons reçoive une certaine surcharge d'eau pour que, la vanne étant ouverte, il s'abaisse en produisant l'ascension de l'autre. Une dérivation est ouverte sur la rive droite du canal de Neuffossé. Chaque bateau descendant arrive sur le caisson qui doit s'abaisser, chaque bateau montant est rangé de son côté sur le caisson qui va s'élever. En sorte que chaque mouvement des deux bacs assure le passage de deux bateaux.

Chaque bac ou sas mobile a une longueur totale de

$40^m,35$ et une longueur utile de $39^m,50$, avec une largeur, au milieu, de $5^m,60$ et une profondeur de $4^m,50$



Fig. 356. — Halage funiculaire.
Poulie double pour changement simultané de direction et d'altitude.

au milieu, réduite à $3^m,50$ aux extrémités. Il y a toujours au moins $2^m,10$ d'eau dans les sas. Les pistons qui supportent le sas ont une longueur de $17^m,13$, en-

viron la hauteur d'un quatrième d'une maison de Paris; ils sont en fonte avec un diamètre extérieur de 2 mètres et d'une épaisseur de 7 centimètres. On les a constitués par des tronçons de $2^{m},80$ empilés les uns par-dessus les autres avec feuille de cuivre intermédiaire pour assurer l'étanchéité du joint. Quant aux cylindres des presses, ils ont $15^{m},70$ de hauteur et

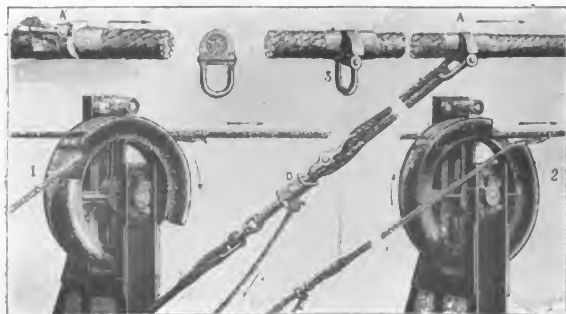


Fig. 357. — Halage funiculaire.
Détail des poulies de support et de l'attelage.

$2^{m},078$ de diamètre extérieur; ils sont formés par des anneaux en acier laminé de $0^{m},155$ de hauteur et de $0^{m},06$ d'épaisseur, emboîtés les uns dans les autres avec chemise continue en cuivre à l'intérieur pour assurer l'étanchéité.

La machinerie destinée à envoyer de l'eau dans les presses sous les pistons pour élever le bac ascendant est installée entre les deux caissons mobiles. Elle comprend deux turbines mises en mouvement par la

chute d'eau empruntée au bief supérieur. L'une de ces turbines, d'une force de 50 chevaux, actionne quatre pompes de compression qui mettent en charge un accumulateur de 1,200 litres de capacité. L'autre turbine de 15 chevaux commande un compresseur d'air et une pompe d'épuisement des eaux des cales des sas mobiles. Le compresseur d'air a une destination spéciale. Les sas mobiles et les parties du canal qui font suite ont besoin d'être raccordés hermétiquement; il existe entre eux un espace de quelques centimètres. On a imaginé de gonfler dans cet intervalle des poches de caoutchouc qui comblent le vide; on ouvre une ventelle qui laisse écouler de l'eau dans cet espace étroit; puis on soulève les portes du sas et le bateau passe. Le compresseur à air sert à gonfler ces poches, qui servent aussi à conserver l'étanchéité des portes des sas.

En somme, la manœuvre est facile. Un des sas étant au haut de sa course, on fait passer le bateau dans le bief supérieur. On fait entrer le bateau descendant; on donne à ce sas une surcharge de 30 centimètres d'eau, soit 65 tonnes. La vanne de communication des presses hydrauliques est ouverte; l'eau est refoulée par le sas descendant sous le piston du sas ascendant qui s'élève. On arrête le mouvement en fermant la vanne. La position d'un sas peut être corrigée en manœuvrant des distributeurs qui laisse échapper de l'eau des presses ou donne accès au contraire à l'eau sous pression des accumulateurs (1).

(1) Le poids à élever comprenant le piston, un sas, l'eau et le bateau atteint 800 tonneaux. La pression dans les presses est de 35 atmosphères. On a dû charger les accumulateurs à 30 atmo-

Sans entrer dans plus de détails techniques, on peut dire que la durée totale d'une manœuvre est en moyenne de 26 minutes, savoir : entrée des bateaux et fermeture des portes, 8 minutes; ascension et descente des sas, 5 minutes; correction de la position des sas, 3 minutes; ouverture des portes et sortie des bateaux, 10 minutes.

On installe des cabestans hydrauliques pour accélérer la sortie et l'entrée des bateaux, ce qui fera gagner 6 minutes environ. On pourra livrer passage à six bateaux par heure dans les deux sens.

En définitive, la construction de l'ascenseur a permis de racheter d'un seul coup une différence de niveau de 14 mètres, de supprimer 5 écluses, de gagner près de deux heures sur le passage des bateaux, d'économiser du personnel et surtout de l'eau. Chaque élévation et abaissement d'un bateau ne dépense qu'une éclusée ordinaire; le gain est dans le rapport de 1 à 5, ce qui devient d'une réelle importance pour les canaux à point de partage où l'alimentation a toujours été la plus grave des préoccupations des ingénieurs.

A côté des progrès réalisés dans l'outillage des canaux, il nous faudrait parler des moyens de transport, des différents bateaux, du halage, de la traction mécanique, etc., et notamment de la traction mécanique telle que vient de l'installer M. Maurice Lévy, de l'Institut, entre Paris et Saint-Maur. Le système de halage funiculaire de M. Maurice Lévy semble promettre des résultats économiques importants.

Nous ne pouvons qu'esquisser en quelques lignes le

sphères, pour assurer le bon fonctionnement des presses de soulèvement des portes.

nouveau dispositif. Un moteur fixe entraîne les deux brins d'un câble, courant l'un à droite, l'autre à gauche du canal sur des poulies portées par des chevalets établis en dehors des chemins de halage. Les bateaux s'amarrent individuellement à l'un ou à l'autre de ces brins suivant le sens de leur marche. Le câble opère simultanément la traction des bateaux à la re-

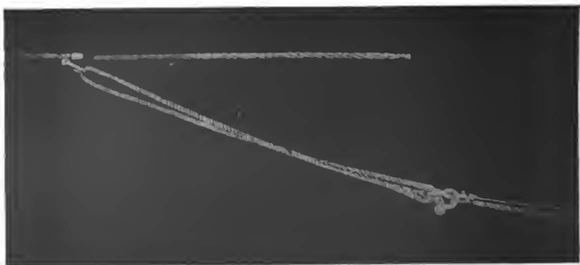


FIG. 358. — Halage funiculaire.
Nouvel appareil de déclanchement tout en corde.

monte et à la descente. Les poulies verticales de support ont $0^m,60$ de diamètre au fond de la gorge et $0^m,80$ de diamètre au pourtour. Pour éviter que le câble puisse s'en échapper, elles sont surmontées d'une petite roulette qui lui ferme toute issue. Le câble est très tendu et pèse environ 3 kilomètres par mètre courant.

L'amarre des bateaux s'engage aussi entre la roulette et la gorge de la poulie; mais il faut qu'elle puisse s'en dégager aisément quand le bateau ne doit plus suivre le mouvement. Pour cela on a pratiqué

dans la joue de la gorge, du côté de l'eau, deux crans limités par des développantes de cercle. Quand on veut faire sortir la corde de la gorge, il suffit d'éloigner le bateau de la rive pour donner à l'amarre une certaine

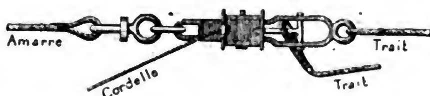


Fig. 359. — Halage funiculaire.
Premier appareil de déclanchement.

inclinaison. Lorsque l'amarre arrive au cran, elle s'échappe par l'ouverture, suit la développante de cercle et se dégage.

Quant au mode d'attache au câble, il a été très bien

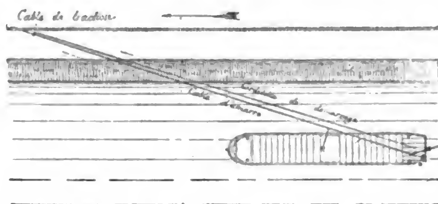


Fig. 360. — Halage funiculaire.
Plan d'un bateau en marche.

combiné. Le câble porte de place en place une bague avec petit appareil d'attelage. L'amarre y est introduite et peut la quitter de même facilement par un système rapide de déclanchement.

Avec ce dispositif, on pourra, avec des machines espacées tous les 30 à 36 kilomètres, commander en

amont et en aval des longueurs de voie navigable de 15 à 18 kilomètres de longueur. A la vitesse de 1 mètre par seconde et pour un trafic de 1 million de tonnes, il suffira tous les 30 kilomètres de deux machines de 45 à 50 chevaux. On peut évaluer que pour 1 million de tonnes avec des péniches de 38m,50 le prix de premier établissement reviendra à 17 fr. par mètre courant de voie. Les frais d'exploitation par mètre de canal y compris l'amortissement du capital et du câble n'excèdent pas 3 fr. 50 et la dépense de traction 0 fr. 003 par tonne et par kilomètre pour un trafic de 1 million de tonnes, ou 0 fr. 0012 pour un trafic de 3 millions de tonnes. Ces résultats sont très beaux. Il est clair que l'on tire même parti au maximum de la voie navigable.

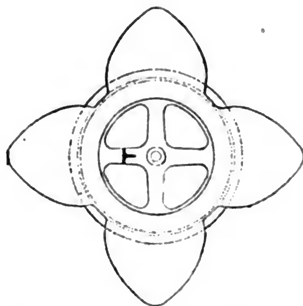


Fig. 361. — Halage funiculaire.
Poulie simple des angles concaves.

La première installation faite entre Paris et Joinville a été établie par M. Maurice Lévy, ingénieur en chef. Les détails ont été étudiés et les travaux dirigés par M. Pavie, ingénieur ordinaire. MM. les conducteurs Elquinet et Vandercal ont surveillé les travaux et étudié l'appareil de déclanchement.

A citer aussi, de M. Maurice Lévy, l'ingénieux siphon qu'il a installé sur le canal Saint-Martin. Là, il s'agit

de faire passer par-dessus le canal des eaux d'égout, mais on conçoit que le même système puisse rendre d'autres services chaque fois qu'il y aura à traverser un canal, pour une dérivation ou une canalisation d'eau, par exemple. Ce siphon, composé de deux tubes de $0^m,60$, a été appliqué contre les deux têtes du pont de Morland. Il a $7^m,50$ de flèche et près de 20 mètres de corde.

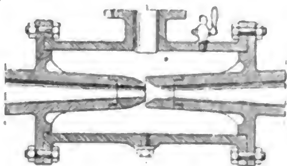


Fig. 362. — Siphon de l'Égout de Bercy. Coupe d'une trompe.

La difficulté était de l'amorcer et de maintenir l'amorçage. M. Lévy a eu l'idée de déterminer le vide dans le siphon par le jeu d'une *trompe* placée à

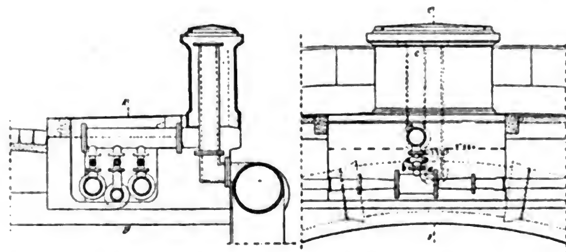


Fig. 363 et 364. — Siphon de l'Égout de Bercy. Coupe et élévation de la partie supérieure des siphons avec les trompes.

son sommet. Dans une boite en tôle en communication avec le siphon sont disposés en regard deux ajutages coniques. Par l'un d'eux arrive sous pression l'eau de la ville; de là, elle pénètre par la tubulure en regard;

et comme celle-ci est de diamètre un peu plus large, sa vitesse et sa pression diminuent. Cet abaissement de pression détermine une aspiration dans la boîte et dans le siphon et l'eau de l'égout entre à son tour et amorce le siphon. Une disposition ingénieuse empêche l'eau d'égout chargée de matières d'entrer dans la boîte et d'ensabler les ajutages.

Il y a deux siphons et deux trompes. Sauf par les grands orages, un seul siphon fonctionne. Il n'est même pas nécessaire de faire fonctionner la trompe d'une manière continue. M. Lévy a combiné une disposition automatique qui permet de ne faire marcher la trompe que lorsque c'est absolument nécessaire pour produire l'amorçage selon les variations du niveau des eaux dans l'égout. Les siphons du canal Saint-Martin constituent une véritable curiosité. C'est une innovation qui méritait d'être signalée.

Après les canaux, nous devrions insister sur les constructions gigantesques qui ont été poursuivies depuis dix ans dans nos ports maritimes On a entièrement refait à neuf le port de Calais, on a considérablement agrandi et modifié les ports de Boulogne, de Dieppe; on a achevé en 1888, au Havre, le bassin Bellot, destiné à la grande navigation; à Honfleur, on a construit un bassin de retenue de chasses avec déversoir à hausses mobiles pour arrêter les envasements du port. A mentionner encore les importants travaux des ports de Rouen, Saint-Malo, Saint-Nazaire, Rochefort, Bordeaux, Marseille et surtout ceux de la Pallice, à la Rochelle. On trouve, au pavillon, deux solutions intéressantes pour la création de ports artificiels, l'une en circonscrivant à l'aide de jetées le port

en mer profonde de Boulogne, l'autre à la Pallice, où le port et l'avant-port ont été creusés dans les terres comme on l'avait fait autrefois pour le port militaire de Cherbourg. A la Rochelle, en effet, on a créé de toutes pièces un port, un nouveau bassin, le bassin de la Pallice accessible aux plus grands navires; on a

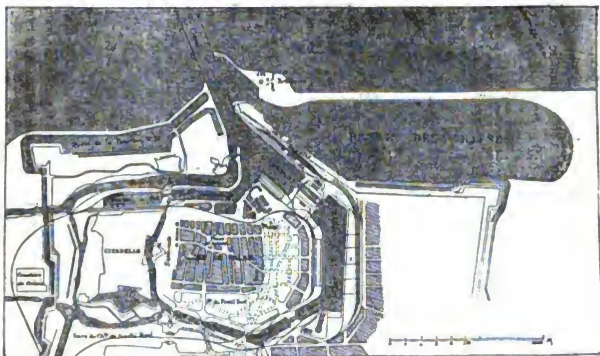


Fig. 365. — Plan du Port de Calais.

mordu sur la terre ferme, jusqu'au rocher; on a pratiqué des fouilles, enlevé les déblais. Le travail, commencé en 1881, sera terminé en 1890. L'avant-port a une étendue de 11 hectares 1/2 et une profondeur aux hautes mers de $11^{m},56$; le bassin à flot a une étendue de 11 hectares 1/2. La jetée Sud a une longueur de 300 mètres; les fondations ont été faites au-dessous du niveau des eaux au moyen de blocs gigantesques en maçonnerie, construits dans des caissons mobiles à air comprimé amenés sur place et immergés en mer.

Les fondations du mur du quai, écluses, formes de radoub, ont été généralement établies aussi au moyen de caissons à air comprimé. Ce genre de fondation prend chaque jour un développement plus considérable. Au port si remarquable de la Pallice, les caissons mesuraient 22 mètres de long sur 10 mètres

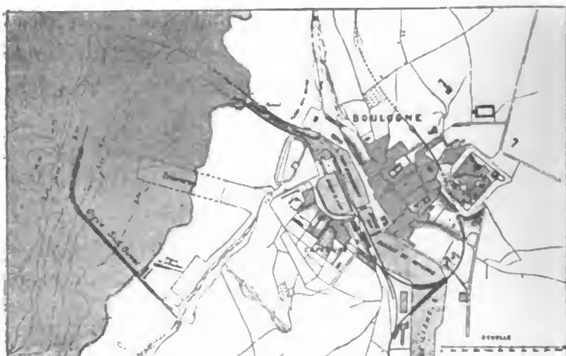


Fig. 366. — Plan de Boulogne-sur-Mer.

de large, les dimensions d'un hôtel parisien. A Bordeaux, les deux quais de la rive gauche, sur un développement de 1,600 mètres ainsi que les cales de radoub, ont été établis sur fondations, faites aussi avec des caissons à air comprimé, à des profondeurs comprises entre 20 et 25 mètres au-dessous des eaux.

Nous voilà bien loin des petits caissons à air comprimé de 40 mètres carrés qu'en 1860 l'entrepreneur français Castor employait pour établir les fondations

du pont de Kehl. Aujourd'hui on se sert couramment de caissons de plusieurs mille mètres carrés de superficie qui permettent de construire d'un seul coup une écluse entière, un bassin de radoub, des murs de quai. C'est tout à fait prodigieux. Castor reprenant l'idée de Triger, autre ingénieur français qui s'était servi le pre-



Fig. 367. — Plan des bassins de Marseille.

mier sur la Loire de l'air comprimé pour travailler à sec, a approprié le système à l'exécution des fondations ; il a été le véritable créateur de ces procédés hardis dont notre pays a eu l'initiative. Il est juste de rappeler le nom de Castor en face des travaux colossaux exécutés aujourd'hui un peu partout. Les ingénieurs anglais, qui ont conçu et exécuté le célèbre pont sur le Forth, une des œuvres les plus grandioses de notre temps, n'ont pas hésité à confier les fondations des piles à l'entreprise française Couvreux et Hersent, qui

avait déjà exécuté avec tant de succès les travaux à air comprimé d'Anvers.

Il est bon d'ajouter encore que partout maintenant sur les ports, les portes d'écluses, les ponts tournants ou roulants sont manœuvrés mécaniquement. Les grues, les treuils, les cabestans, etc., fonctionnent avec

FIG. 368. — Port de la Rochelle et bassin de la Pallice.

de l'eau sous pression. On pourra se rendre compte, au pavillon, de toute l'importance des travaux exécutés dans nos ports. On trouvera aussi de beaux plans en relief de nos ports transformés dans l'exposition des Chambres de commerce maritimes à gauche du pont d'Iéna, sur la berge.

Nous ne pouvons à regret énumérer tous les ingénieurs distingués qui ont concouru à ces travaux. Rappelons seulement les noms de MM. Guillain, Vétillard, Potel, etc.

Allons plus vite ; abandonnons les travaux maritimes et arrêtons-nous, comme le public, dans cette visite ra-

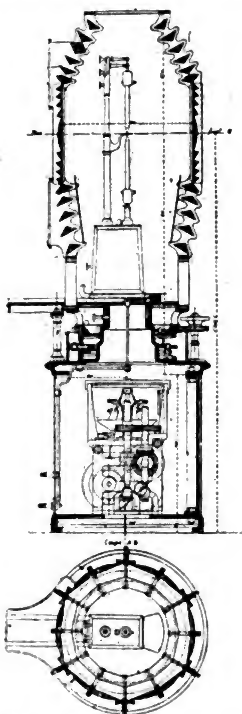


Fig. 369 et 370. — Coupes verticale et horizontale d'un appareil de phare électrique.

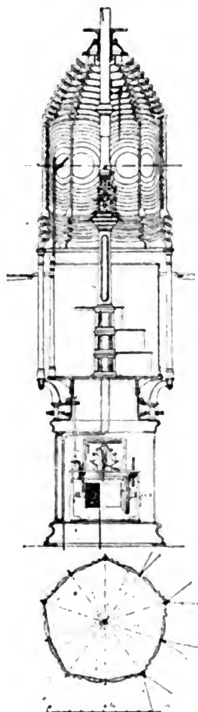


Fig. 371 et 372. — Coupes verticale et horizontale d'un appareil bifocal éclairé à l'huile minérale.

pide, devant le magnifique appareil optique pour phare installé au milieu du pavillon : un appareil en vraie

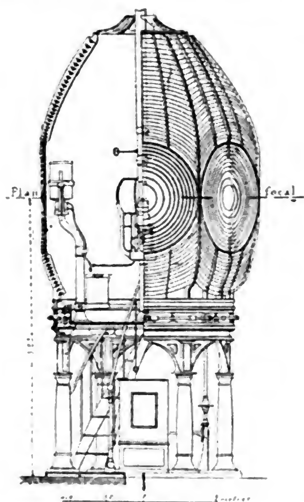


Fig.373. — Demi-coupe, demi-élévation de l'appareil hyper-radiant.

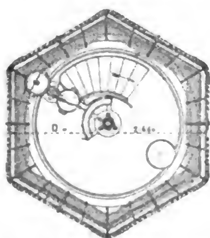


Fig. 374. — Plan de l'appareil hyper-radiant.

grandeur, celui-là même qui est destiné à l'éclairage du cap d'Antifer. C'est le plus grand appareil qui ait été jamais construit encore. C'est un phare à essence minérale. Il a été décidé que l'éclairage électrique ne serait appliqué qu'aux phares principaux qui servent au grand atterrage. Malgré cela, nous possédons en France treize de ces phares électriques dont huit sont actuellement en service à Dunkerque, Calais, Gris-Nez, la Canche, la Hève, Creac'h, les Baleines et Planier, et dont cinq sont en voie d'établissement à Barfleur, à Penmarc'h Belle-Isle, île d'Yeu et la Coubre. A l'étranger, on ne trouve, au contraire, que dix stations éclairées à l'électricité parmi lesquelles quatre seulement en Angleterre. En France, on a cherché à créer un système intermé-

diaire entre les phares de premier ordre et les phares électriques toujours coûteux, en améliorant les phares éclairés à l'huile. Pour assurer à un feu un grand éclat

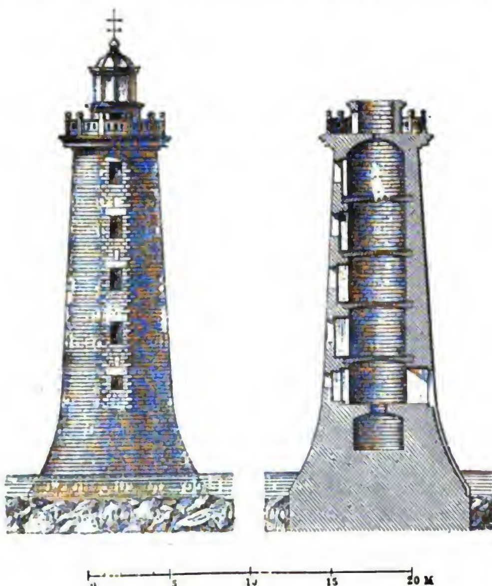


Fig. 375 et 376. — Elévation et coupe du Phare du Grand-Charpentier.

lumineux, il est indispensable de concentrer les rayons, de les empêcher de diverger. Or, la divergence augmente quand les dimensions du foyer lumineux augmentent elles-mêmes. Pour la diminuer, il faut, à mesure que la grandeur du foyer s'accroît, accroître de même le diamètre du système optique. Avec l'électricité, l'optique

est réduite parce que le foyer est très réduit lui-même ; mais si l'on veut employer l'huile et, par suite, des flammes un peu grandes, il devient indispensable, pour

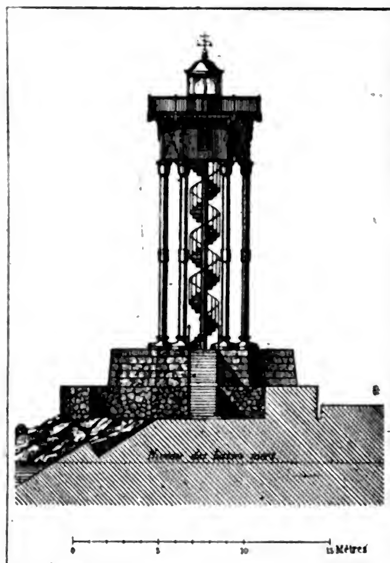


FIG. 377. — Phare métallique de Port-Vendres.
Élévation du côté de la jetée.

ne pas augmenter la divergence des rayons d'avoir recours à des appareils optiques de très fort diamètre. Or, jusqu'ici, on n'avait guère pu dépasser les dimensions adoptées par Fresnel pour les appareils optiques de premier ordre, soit $1^m,34$ de diamètre intérieur. En An-

gleterre, à défaut de mieux, on a superposé dans une même lanterne 2, 3 et même 4 appareils de premier ordre; ces combinaisons appelées *biforme, triforme, quatriforme* compliquent le service, élèvent le prix de revient de l'unité de lumière et augmentent la divergence déjà excessive des appareils.

En France, on a attendu que les progrès de l'industrie aient permis d'augmenter les dimensions des appareils d'optique. C'est à M. Barbier, constructeur de phares, que revient l'honneur de la solution. Il est parvenu, en 1885, à fabriquer de grandes lentilles de $1^m,330$ de longueur focale. Le bel appareil du pavillon a $2^m,66$ de diamètre extérieur. Il est susceptible, d'après les expériences faites à South-Foreland, en Angleterre, de tripler l'éclat d'un appareil de premier ordre. C'est un véritable progrès. Déjà la Russie et les États-Unis ont adopté pour des feux fixes illuminés avec une seule lampe les appareils dits hyper-radiants de M. Barbier. Le système est très économique et assure une juste proportion entre les dépenses et les besoins à desservir; on y aura recours pour les points d'intérêt secondaire qui réclament cependant l'amélioration de l'éclairage.

Les visiteurs s'arrêtent aussi devant les modèles des nouveaux phares construits de 1878 à 1888 : les phares à huile de la Vieille (Finistère), des Grands-Cardinaux (Morbihan), du Grand-Charpentier, à l'embouchure de la Loire; le phare métallique de Port-Vendres, le phare électrique de Planier, près de Marseille. On a beaucoup amélioré, dans ces derniers temps, les installations de nos phares électriques. L'administration a groupé dans un bâtiment spécial attenant au pavillon toute une installation de phare

électrique, avec appareil optique bifocal, dynamos Meritens, instruments de contrôle très ingénieux, moteurs à air chaud. La force motrice est fournie par les nouvelles machines à air Bénier, qui évitent l'emploi des chaudières et l'usage de l'eau. On associe aussi

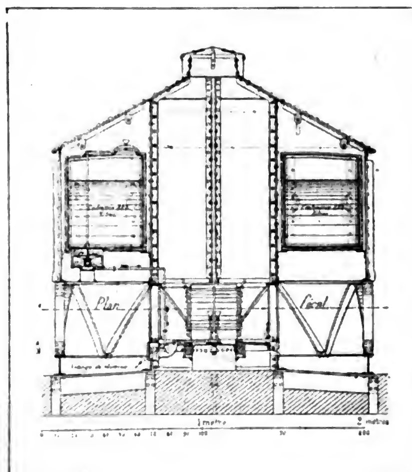


Fig. 378. — Éclairage à la gazoline.
Coupe de l'appareil d'éclairage à la gazoline d'une tour-balise.

maintenant aux phares électriques des signaux sonores pour remédier à l'insuffisance de l'éclairage par les temps de brouillard. M. Bourdelles, ingénieur en chef du service des phares, fait exécuter en ce moment le nouveau programme à Belle-Isle et à Barfleur. Au début, on se servait en France des sirènes si em-

ployées aux États-Unis et actionnées par la vapeur d'eau. Maintenant, afin de pouvoir produire des sons au moment du besoin, sans attendre que la vapeur

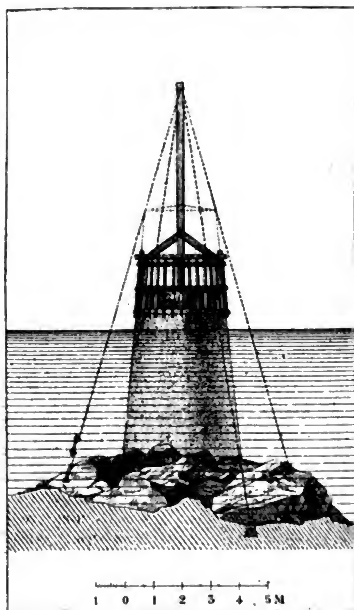


Fig. 379. — Construction d'une tour-balise en béton.

soit sous pression, on a recours à l'air comprimé. Les moteurs qui servent à l'éclairage servent aussi à comprimer de l'air, et, au moment utile, il suffit de mettre des accumulateurs d'air en relation avec la sirène.

Les premières expériences faites au phare de Gris-Nez ont donné d'excellents résultats. On pourra examiner ce nouveau genre de sirène dans le bâtiment des phares. Enfin, le public regarde aussi curieusement une tour-balise en béton et une tour-balise en grandeur naturelle installées devant le bâtiment des phares. La tour en béton est intéressante par son mode de construction ; c'est le type de la tour du Soulard, située aux abords de la rade de Lorient. La construction se fait vite, et elle résiste bien à la mer. La seconde tour-balise est destinée, comme les bouées lumineuses, à l'éclairage des écueils. Elle est munie de quatre brûleurs à la gazoline groupés autour d'un tambour dioptrique à feu fixe. Le feu n'a besoin d'être ravitaillé que tous les trois mois. Les brûleurs sont en relation avec deux réservoirs ayant chacun 225 litres de capacité et renfermant la gazoline. Avec l'optique, l'éclairage correspond sensiblement à celui des feux de cinquième ordre. Les frais d'entretien ne dépassent guère 1 000 francs par an. M. Bourdelles a fait installer ce type aux abords de l'île de Ré, du nouveau port de la Pallice, et on l'établira aussi sur l'écueil des Chiens-Perrins, à l'ouest de l'île d'Yeu, sur la roche de Menhir, située au large de Penmarc'h, dans les parages les plus exposées de la côte française.

Mentionnons encore, parmi les curiosités du pavillon, l'exposition des travaux du tunnel sous la Manche, le beau modèle de l'Apadana d'Artaxercès de M. Dieulafoy, les documents sur le service des mines, sur la statistique graphique de M. Cheysson, les cartes des chemins de fer, de la navigation, des routes, les appareils et les documents sur le nivellement de la France, travail immense en cours d'exécution. La

Commission constituée en 1878 pour arrêter le programme des opérations a désigné parmi ses membres un Comité d'exécution composée de M. Marx, président, de MM. Cheysson, Goulier, Durand-Claye, Prompt et Ch. Lallemand, secrétaire.

La construction des chemins de fer, des routes, le tracé des canaux de navigation et d'irrigation, l'exécution des ouvrages de défense aux abords des places fortes exigent une connaissance exacte du relief du sol. Cette connaissance est obtenue, comme on sait, au moyen d'opérations topographiques dont l'ensemble porte le nom de *nivellement*. Le nivellement général d'un grand pays s'appuie sur un *réseau fondamental* de lignes dont le profil est déterminé avec la plus grande exactitude possible, qui relient entre elles les différentes mers et qui se raccordent avec les lignes analogues des pays voisins.

Le premier réseau fondamental a été exécuté en France, de 1857 à 1864, par Bourdaloué. Depuis, les travaux de cette nature ont pris en Europe une telle extension que les lignes actuelles de *nivellement de précision*, mises bout à bout, feraient trois fois le tour de la Terre.

Le réseau de Bourdaloué ayant été reconnu insuffisant, le Ministère des Travaux Publics a entrepris, depuis 1884, l'exécution d'un nouveau réseau fondamental de 12,000 kilomètres, qui sera environ trois fois plus précis. Cette opération s'exécute avec des instruments très perfectionnés et des méthodes nouvelles (1) que déjà plusieurs pays étrangers ont adoptés pour leurs propres nivellements.

(1) Voir pour la description de ces instruments et de ces méthodes le *Traité de nivellement de haute précision* de M. Ch. Lallemand, ingénieur des Mines, qui dirige les opérations.

Le nouveau réseau fondamental français doit être terminé en 1892. — On abordera à cette époque les nivellements intercalaires et le tracé des *courbes de niveau* qui achèveront de définir le relief du terrain.



A. Picard

Président de la Section des Travaux publics, de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie au Conseil d'État, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Président du Jury du Groupe VI, Président du Congrès des Chemins de fer.

A côté des modèles et des plans, l'administration a réuni dans une bibliothèque les principaux ouvrages publiés depuis 1878 par les ingénieurs des Ponts et Chaussées. Parmi ces ouvrages, il en est trois que nous devons mentionner spécialement, en raison de leur importance et de la grande autorité de leur auteur,

M. Alfred Picard, ancien directeur général des Ponts et Chaussées, des Chemins de fer et des Mines, aujourd'hui président de la section des Travaux publics, de l'Agriculture, du Commerce et de l'Industrie au Conseil d'État.

Le premier est relatif aux travaux exécutés pour



FIG 381. — Machines hydrauliques élévatoires de Valcourt.
Vue intérieure de l'usine.

l'alimentation du canal de la Marne au Rhin et du canal de l'Est (1). Ces travaux comprennent en particulier deux usines hydrauliques, établies à Valcourt et à Pierre-la-Treiche, près de Toul ; une usine à vapeur

(1) *L'Alimentation en Eau des Canaux et des Villes.* Travaux exécutés depuis 1870 pour l'alimentation du canal de la Marne au Rhin et du canal de l'Est. — Avec un atlas de 25 planches dont 14 doubles : 60 fr. (J. Rothschild, éditeur.

créée à Vacon, près de Void; un réservoir construit à Paroy, près de la nouvelle frontière; et des rigoles avec siphons en fonte d'un développement considérable. Les usines hydrauliques utilisent des chutes de la Moselle canalisée; elles peuvent refouler jusqu'à



Fig. 382. — Usine de Pierre-la-Treiche.
Vue d'ensemble.

700 litres par seconde à 40 mètres de hauteur; les moteurs sont des turbines Girard dont chacune actionne directement trois pompes, accouplées à 120° : la partie mécanique a été construite par MM. Callon et Féray. L'usine à vapeur comporte deux machines horizontales agissant par connexion directe sur des pompes, susceptibles de refouler 500 litres d'eau par seconde à 37 mètres de hauteur : l'installation mécanique a été

faite par **MM. Cail et C[ie]**. Le réservoir de Paroy contient 1,700,000 mètres cubes d'eau; il est à digue en terre et présente des dispositions fort ingénieuses pour les ouvrages régulateurs. Le livre dans lequel M. A. Picard a rendu compte de ces travaux constitue un traité tout

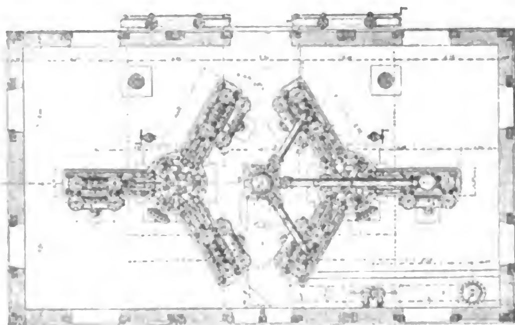


Fig. 383. — Machines hydrauliques élévatoires de Pierre-la-Treiche. Plan.

à la fois scientifique et pratique, qui est appelé à rendre les plus grands services à tous les ingénieurs, aussi bien pour l'alimentation des villes que pour l'alimentation des canaux.

La seconde publication de M. Picard est intitulée : « les Chemins de Fer français (1). » C'est une étude his-

(1) *Les Chemins de Fer français.* Étude historique sur la constitution et le régime du réseau, débats parlementaires, actes

torique en six volumes sur la constitution et le régime du réseau. On y trouve les indications les plus complètes tant sur les actes législatifs, réglementaires ou administratifs, que sur les débats parlementaires auxquels a donné lieu depuis l'origine la question si im-

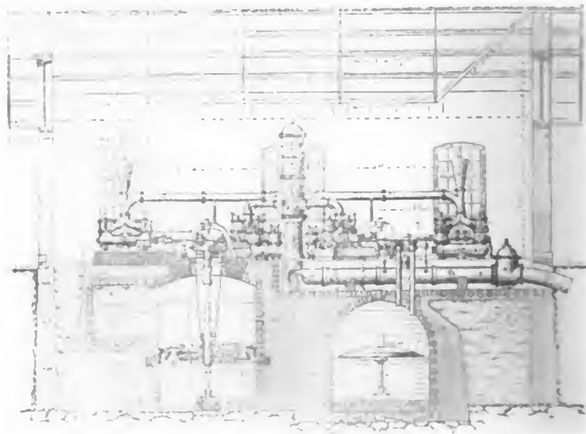


Fig. 381. — Machines hydrauliques élévatoires de Pierre-la-Treiche. Coupe longitudinale.

portante des chemins de fer. L'auteur a fait preuve d'un profond esprit d'analyse, d'une complète impartialité et d'une compétence exceptionnelle. Le style est tout à la fois clair, sobre et précis. Des tableaux statistiques très développés permettent de suivre

législatifs, réglementaires, administratifs, etc. 6 volumes in-8°, avec 3 cartes. — J. Rothschild, éditeur.

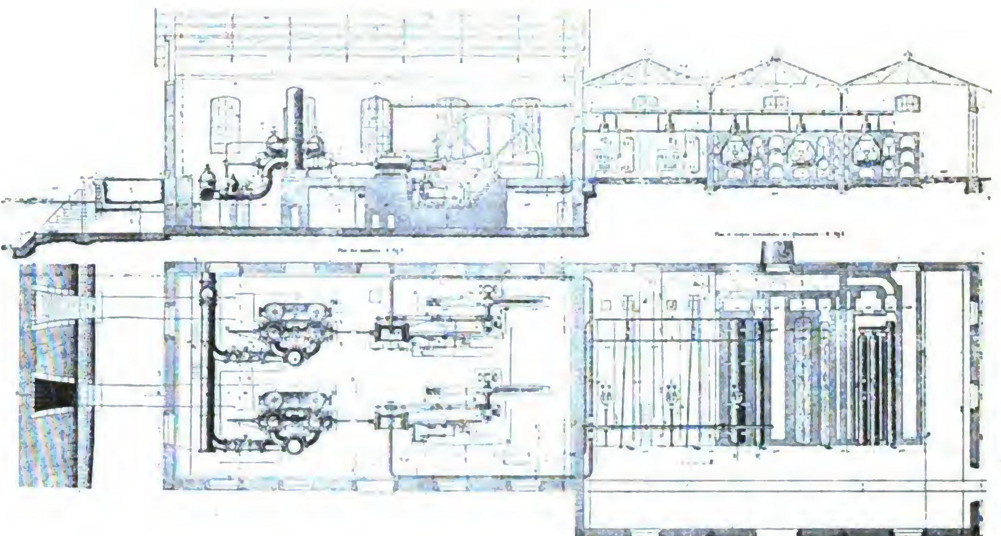


FIG. 385. — Machines élévatoires à vapeur de Vacon.

Coupe longitudinale.

pas à pas tous les faits économiques et financiers.

Le dernier ouvrage a pour titre : « Traité des chemins de fer (1). » Il est en quatre volumes. C'est un traité didactique et magistral, embrassant toutes les questions administratives, économiques, financières et juridiques relatives aux voies ferrées. Le régime des chemins de fer y est étudié dans ses moindres détails, non seulement en France, mais aussi à l'étranger. Nous n'avons pas à faire l'éloge de cet ouvrage remarquable qui a une réputation universelle et qui fait autorité dans tous les pays : cependant nous signalons spécialement le tome I[er], qui est presque exclusivement consacré à des études économiques du plus haut intérêt, et le tome IV, concernant l'exploitation commerciale et en particulier la tarification des voyageurs et des marchandises.

M. Le Rond, ingénieur des ponts et chaussées, expose une publication très étendue sur les travaux publics de l'Amérique du Nord, rédigée à la suite d'une mission donnée par le Ministère (2).

Elle est divisée en cinq parties : la première renferme la description des systèmes nouveaux qui ont permis de franchir les grands fleuves de l'Amérique : le Missouri, le Mississipi, l'Ohio, le Saint-Laurent, l'Hudson, à l'aide de ponts gigantesques, atteignant jusqu'à 168 mètres de portée.

La seconde partie traite des nombreux perfectionnements apportés à la construction, au matériel et à

(1) *Traité des Chemins de fer.* Économie politique, commerce, finances, administration, droit, études comparées sur les chemins étrangers. 4 volumes in-8°. — J. Rothschild, éditeur.

(2) *Les Travaux publics de l'Amérique du Nord.* 1 volume de texte et Atlas. — J. Rothschild, éditeur. (Sous presse.)

l'exploitation des chemins de fer proprement dits et des chemins de fer urbains.

La troisième partie décrit les récents travaux exécutés pour rendre accessibles à la grande navigation



Fig. 386. — Pont Cantilever sur le Saint-Laurent à Lachine, près Montréal (Canadian-Pacific Railway).

les voies navigables, dont l'Amérique est naturellement mieux douée qu'aucun pays du monde.

L'auteur étudie ensuite la création et l'entretien des ports et des rades, les systèmes de protection de balisage.

La cinquième partie traite des questions de génie municipal, voirie, égouts, alimentation en eau, éclairage, qui ont dû, aux États-Unis, plus qu'ailleurs, ré-

clamer des solutions immédiates, en raison du développement rapide des cités américaines.

L'ouvrage est précédé d'une introduction sur les

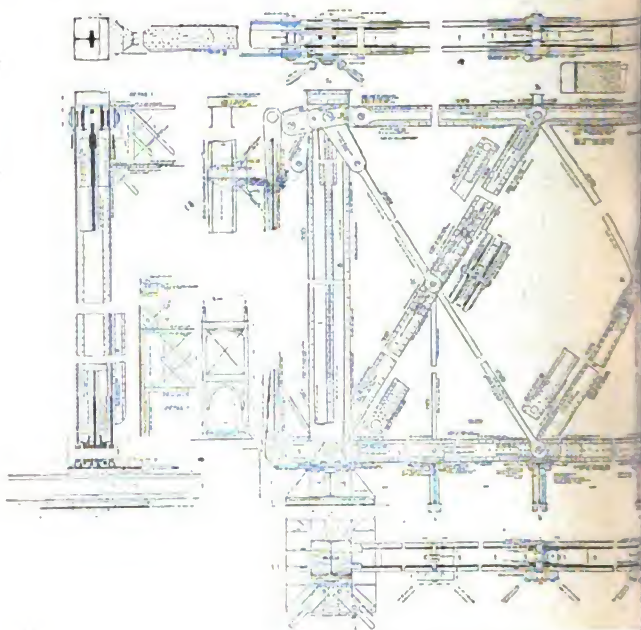


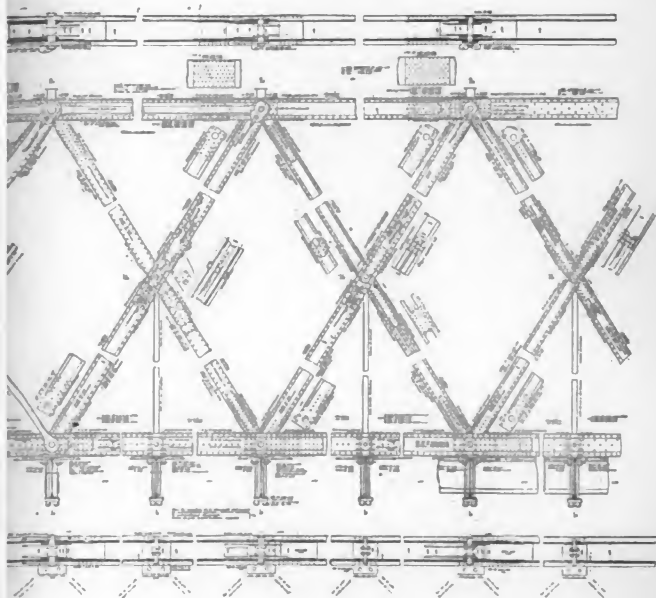
FIG. 387. — Pont Cantilever (Kentu
Détails de l

progrès du génie civil en Amérique, écrite par un des hommes les plus considérés de l'Amérique, M. G. Bouscaren, ingénieur-conseil à Cincinnati.

Évidemment, il faudrait des heures et même des

journées pour visiter en détail le pavillon des Travaux publics.

En comparant les modèles du pavillon à ceux de la



diana Railway) sur l'Ohio, à Louisville.
ontrepoids.

période antérieure qui figurent dans la section de l'histoire du travail, dans le palais des Arts libéraux, on se rendra facilement compte de l'importance des progrès réalisés depuis un demi-siècle. En se reportant aussi

à l'Exposition de 1878, on constatera avec satisfaction que les dix dernières années constituent également une période d'activité considérable pour les travaux publics ; jamais, peut-être, on n'a autant construit, aussi sagement appliqué les ressources disponibles dans l'intérêt général de notre pays.

Il nous est agréable, en terminant cette esquisse trop rapide, de rendre un hommage bien mérité aux ingénieurs des ponts et chaussées et aux ingénieurs des mines, aux auteurs de toutes ces grandes œuvres qui depuis dix ans ont tant contribué pour leur part à accroître les sources vives de la richesse nationale.

XV

LE PAVILLON DES FORÊTS

Architecture rustique. — Dorique en arbres séculaires. — Décoration sylvestre. — Rondins et écorce. — Entablements en cordes de tilleul. — Construction sur pilotis. — Les ateliers de la Croix-de-Toulouse. — Au rez-de-chaussée. — Panneaux décoratifs. — Musée du bois. — Les diverses essences et leurs applications. — Galerie du premier étage. — Les collections. — Les coupes microscopiques. — Les maladies de l'arbre; les insectes. — Les produits chimiques. — La pâte à papier. — La soie de bois. — Les charbons. — Les bois colorés artificiellement. — Les germinateurs. — A travers les montagnes. — Dans les Alpes et les Pyrenées. — Vues dioramiques. — Restauration et conservation. — Le problème des reboisements.


U sommet d'un coteau gazonné, au milieu des fleurs, des pampres et des plantes grimpantes, s'élève le joli pavillon des forêts. Sans l'affluence du public on se croirait là au bout du monde, transporté bien loin de la Seine et du Champ-de-Mars. Tout autour cela sent bon; partout, à l'extérieur comme à l'intérieur, se répandent les senteurs de la forêt, l'odeur du bois fraîchement coupé, des branches vertes et du feuillage, le parfum des pins, des mélèzes, du chêne, du châtaignier. Cela donne l'illusion du grand air et des grands espaces.

Montons le coteau verdoyant. Deux escaliers, aux



Fig. 389. — Premiers travaux. — Plantation des pilotis.

marches taillées dans le sol et maintenues par des traverses de bois brut, conduisent à droite et à gauche

aux portes d'entrée. L'aspect de la construction ne rappelle en rien le chalet forestier de l'Exposition de 1878. Cette fois tout a été fait avec du bois en grume, avec des troncs d'arbres tels qu'ils ont été apportés de la forêt, des arbres avec leur écorce et même leur mousse. Tous les arbres ont été empruntés aux forêts

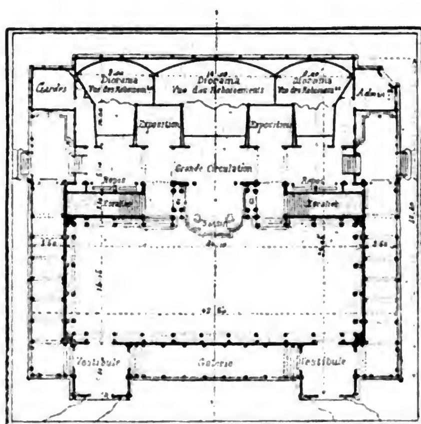


Fig. 390. — Pavillon des Forêts. — Plan.

de l'État. La façade est de style grec accusé par une double colonne de dorique qui dessine un beau promenoir extérieur de 3m,50 de large. Deux avancements avec pignons rappelant les chalets suisses forment vestibules d'entrée. Au milieu des deux pignons, sous les chevrons de la toiture, on lit : *Forêts ;* chaque mot est tracé avec des lambeaux d'écorce (fig. 391). Entre les colonnes du promenoir courent d'élégantes

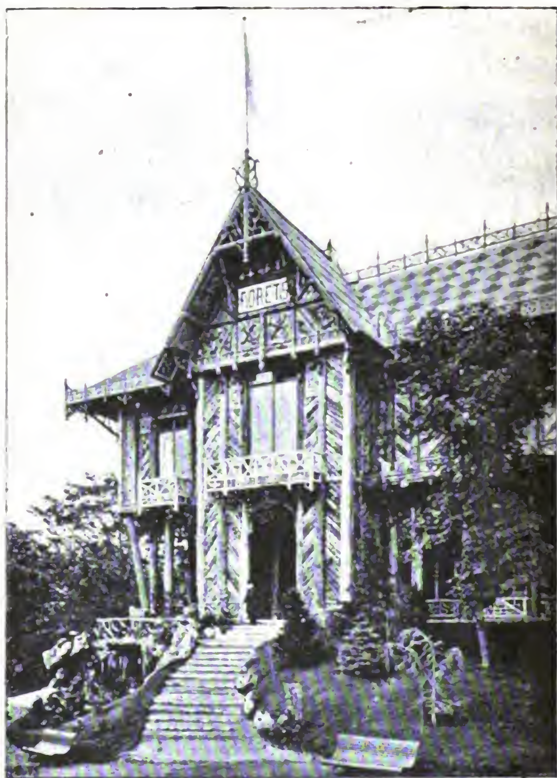


Fig. 391. — Pignon Ouest sur la façade avec cascades.

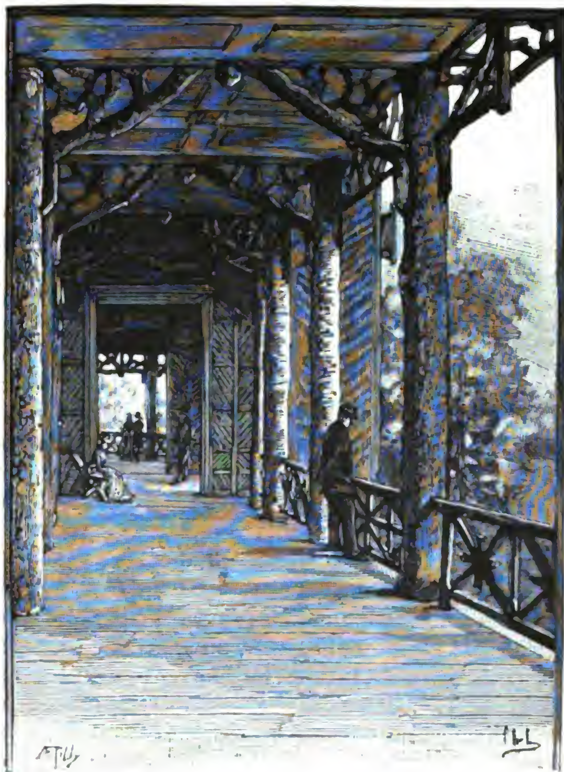


Fig. 392 — Promenoir. — Galerie de façade.

balustrades. Au premier étage des balcons, des pilastres avec leurs chapiteaux; point de pierres, point de briques, du bois, rien que du bois; les fondations sont sur pilotis (fig. 392); les colonnes sont des troncs de chêne, d'orme, de hêtre, de peuplier, de sorbier, d'alisier, cormier, merisier, sapin; elles ont 6 mètres de hauteur et 40 à 50 centimètres de diamètre. Les chapiteaux sont formés de branchages entrelacés, les tores de la base dessinés avec des cordes d'écorce de tilleul; la base elle-même est constituée par des rondelles de même essence, mais de plus grand diamètre: toujours des branches, des troncs, des arbres, partout la forêt.

Des pilastres également en troncs d'arbres soutiennent la muraille en bois et la découpent en panneaux recouverts, ainsi que le plafond, avec des demi-rondins ou baguettes de bois divers revêtus de leur écorce aux teintes variées.

La construction comprend un rez-de-chaussée et une galerie formant premier étage. Le rez-de-chaussée se compose d'une grande salle rectangulaire de 42 mètres de longueur sur 18 mètres de largeur; il est prolongé en arrière par une annexe qui a elle-même 36 mètres sur 14 (fig. 392 et 393). Le promenoir à colonnes du rez-de-chaussée supporte la galerie du premier étage (fig. 396). Au fond de la salle, encadré par de larges troncs, dans le demi-jour, un bassin avec rochers; au-dessus à 1 mètre de hauteur, une galerie de 5 mètres de largeur, où les visiteurs se pressent; on y parvient à droite et à gauche du rocher par quelques marches. Dans cette galerie, on a installé trois vues panoramiques d'un bel effet, représentant des montagnes,

des torrents et divers travaux de reboisement. La galerie donne aussi accès à deux petites salles d'exposition avec photographies diverses, documents, bibliographie, etc., et à deux annexes affectées l'une au logement des surveillants, l'autre à l'administration.



FIG. 393. — Vue intérieure du Pavillon.

On monte enfin au premier étage par deux escaliers disposés à droite et à gauche du bassin central. La galerie supérieure tourne autour de la grande salle; elle est ornée d'une balustrade avec colonnes rustiques et entre-colonnements soutenant les plafonds et les parties hautes de la construction. Elle comprend quatre petits salons d'angle et deux salles d'exposition

au-dessus des vestibules du rez-de-chaussée. Toute la décoration est en bois d'essences forestières françaises. La couverture est en bardeaux de chêne (fig. 393).



Fig. 394. — Escalier du rez-de-chaussée conduisant aux dioramas.

La construction a absorbé près de 1,400 mètres cubes; la plus grande partie des bois a été tirée de la forêt de Fontainebleau. 272 troncs ou colonnes (132 mètres cubes) proviennent de la forêt de Mont-

ceaux, près de Meaux; on a fait venir aussi des châtaigniers (26 mètres cubes) de la forêt de Marly, des mélèzes (2 mètres cubes) de la forêt de Compiègne, des sapins, des épicéas (4 mètres cubes) de la forêt de



Fig. 395. — Construction en planches du modèle du Pavillon en grandeur d'exécution. (Carrefour de la Croix-de-Toulouse dans la forêt de Fontainebleau.)

Gérardmer (Vosges). C'est au carrefour de la Croix-de-Toulouse, dans la forêt de Fontainebleau, que l'on avait établi les dix-huit chantiers qui, de septembre 1888 à mars 1889, débitèrent les bois et fabriquèrent les panneaux, balcons, chapiteaux, rondins, etc. (fig. 395 et 396). Pendant six mois, plus de soixante ouvriers ont travaillé en forêt avec une activité fiévreuse (fig. 397).

Il est bon, sans doute, de dire que pas un arbre n'a été sacrifié en vue de l'Exposition. On a simplement



Fig. 394. — Modèle en grandeur d'exécution d'une travée de la galerie intérieure du rez-de-chaussée et du 1er étage. (Carrefour de la Croix-de-Toulouse.)

choisi parmi les coupes de l'année les matériaux les plus convenables. Cette belle exposition de l'administration des Forêts n'aura pas coûté plus de 200 000 fr.

Le programme général de l'exposition des Forêts a été arrêté par une Commission nommée par M. Develle, Ministre de l'Agriculture, dès le mois de juin 1886. Ce programme a été réalisé avec le concours de tous les agents forestiers, des professeurs et directeurs des



Fig. 397. — Atelier des fendeurs débitant les bardeaux pour la couverture du Pavillon.

écoles de Nancy et des Barres, sous la direction de M. Daubrée, directeur des forêts.

La construction du pavillon et l'installation de l'exposition ont été confiées à MM. de Gayffier, conservateur des forêts, Leblanc, architecte, et René Daubrée, inspecteur des forêts.

MM. Sée, administrateur, et Thil, inspecteur adjoint des forêts, ont été chargés de la réunion et du classe-

ment des collections relatives à l'exploitation des bois. M. Demontzey, administrateur des forêts, a dirigé la partie de l'exposition relative à la restauration des terrains en montagne.

Assurément la gravure, la photographie présentent bien une image fidèle du pavillon des Forêts; mais rien ne saurait donner à ceux qui ne l'ont pas vu une idée juste de son originalité, de son élégance, de sa poésie. C'est un spécimen à part, qui n'a pas d'analogue, que l'on ne recommencera sans doute jamais. C'est joli, frais, coquet, gracieux, charmant. Les motifs décoratifs sont d'un goût exquis. Les panneaux et les revêtements de plafonds en écorces variées séduisent le regard. Les murailles, les cloisons constituent de véritables mosaïques que l'on dirait formées de marbre noir, gris, rouge, vert jaune. La richesse des couleurs est étonnante. On a fait presque de la tapisserie avec des écorces d'arbres bien choisies. C'est de l'art véritable.

Le promenoir extérieur à lui seul mériterait une longue visite particulière. Nous ne pouvons qu'y jeter un rapide coup d'œil (fig. 392).

Un certain nombre des arbres de la colonnade sont antérieurs à la Révolution. On a placé sur chacun d'eux un écriteau : Chêne rouvre, 150 ans; hêtre raboteux, 160 ans; châtaignier, 60 ans; peuplier noir, 50 ans; aune, 70 ans; sorbier, cormier, 200 ans; sapin, 120 ans; épicéa, 190 ans. On voit aussi des rondelles détachées de vieux arbres avec leur âge. Cela va jusqu'à 270 ans. On se promène au milieu de ces vétérans qui ont vécu plusieurs existences humaines. Quelques-uns, à l'intérieur et à l'extérieur, ont con-

servé encore assez de sève pour donner des feuilles. On voit s'échapper d'un merisier séculaire une vigoureuse poussée de jeunes feuilles d'un vert émeraude.

La grande salle est consacrée à l'exposition du bois et du travail du bois. Au milieu une scierie mécanique



Fig. 398. — Atelier de scieurs de long débitant les charpentes.

attire les regards. L'outil est entraîné par un moteur à gaz ; il saisit un énorme tronc et le partage en deux. Mais l'intérêt est ailleurs, et l'attention se fixe sur les panneaux de la muraille. Les parois de rez-de-chaussée sont subdivisées, en compartiments juxtaposés, par les piliers de soutien ; chacun de ces entre-colonnements constitue l'exposition d'une essence de bois spéciale. Les essences ont été groupées par ordre

naturel, selon les familles végétales. A côté des échantillons de bois, on a placé les applications les plus caractéristiques. Voici, par exemple, le panneau du tilleul. Le bois de tilleul est très employé par les luthiers, les sculpteurs, mais surtout par les fabricants de jouets d'enfants. On s'en sert notamment pour la saboterie, les allumettes, la pâte à papier. Le tilleul a donné lieu plus récemment à une industrie naissante. Son liber, après macération dans l'eau, se détache et forme la tille, sorte de substance très tenace que l'on tresse de façon à en faire des cordes et des cordes excellentes. On trouve dans ce panneau de nombreux spécimens de ces cordes, etc. A côté vient l'érable; d'un coup d'œil le visiteur voit qu'avec l'érable on fabrique des robinets, des manches d'outil, des chaises. Plus loin, à la suite on a groupé les arbres fruitiers. Le poirier prend bien la teinture; il est recherché pour la sculpture; le cerisier est employé par les fabricants d'instruments de musique, par les fabricants de pipes; le sorbier, l'alisier servent à faire des règles, des équerres; le cornouiller, des cannes; la bruyère, des pipes, des balais; le frêne, les rais de roues, les chaises, etc.

Tout le monde sait que le noyer est utilisé surtout dans l'ameublement. Le sapin est employé pour les instruments à cordes, pour les planchers, pour les caisses, les allumettes, les jouets, les seaux, les tonneaux, les baignoires en bois, les conduites d'eau. L'épicéa est appliqué surtout à la confection des tables d'harmonie. Le mélèze sert dans la charpente des maisons et des vaisseaux, dans la tonnellerie. Avec le pin maritime, on fait principalement des traverses

de chemin de fer et des pilotis; — de la laine, extraite des feuilles du pin sylvestre, on fabrique divers tissus. Au panneau du mélèze, on s'arrête devant une rondelle dont l'un des diamètres a près de 2 mètres. L'if et le genévrier nous fournissent par leur poli et leurs nuances variées un superbe bois d'ébénisterie. Le châtaignier nous donne des échalas, des treillages, placages, parquets; le tremble, les allumettes; le peuplier, des allumettes et surtout de la pâte à papier.

Voici encore le panneau du bouleau avec des sabots nombreux et une série de flacons renfermant divers produits. Ces produits sont obtenus par la distillation du bouleau et du hêtre. Leur préparation occupe aujourd'hui une industrie florissante. Ces produits sont l'alcool méthylique, le goudron de bois, l'acide acétique, etc. C'est du goudron de bouleau que l'on extrait en Russie une huile légère renfermant en elle-même un principe particulier qui sert à donner au cuir de Russie son odeur caractéristique. L'écorce du bouleau est riche en résine, ce qui lui assure une imperméabilité qui est utilisée pour la fabrication de semelles contre l'humidité, de tabatières, etc. On trouve au milieu de la tourbe et des lignites de l'écorce de bouleau ayant résisté à l'eau et à la durée du temps. Enfin, la sève de cet arbre sert à la fabrication de certaines boissons alcooliques et renferme des principes médicamenteux.

Avec le micocoulier, arbre du Midi, on fabrique des fourches, des manches de fouet; avec l'orme, des poulies, des charrettes, des tampons de wagons. Avec le charme, dur et tenace, on fait des dents d'engrenage, des

formes de chaussures, des maillets, merlins, blocs, etc.

Les deux essences les plus importantes de nos forêts

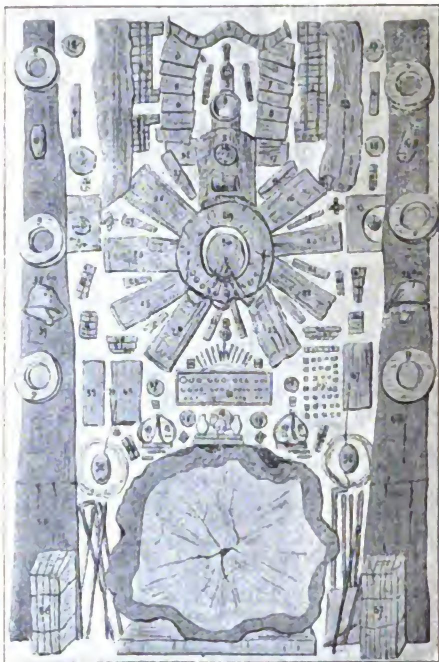


FIG. 399. — Chêne-liège et ses emplois.

sont le chêne et le hêtre. Le hêtre occupe à lui seul trois panneaux du pavillon. Le hêtre ne vit guère que trois ou quatre siècles, et sa hauteur ne dépasse

pas 40 mètres avec 6 mètres de circonférence ; mais sa tige reste droite et régulière; aussi fournit-il

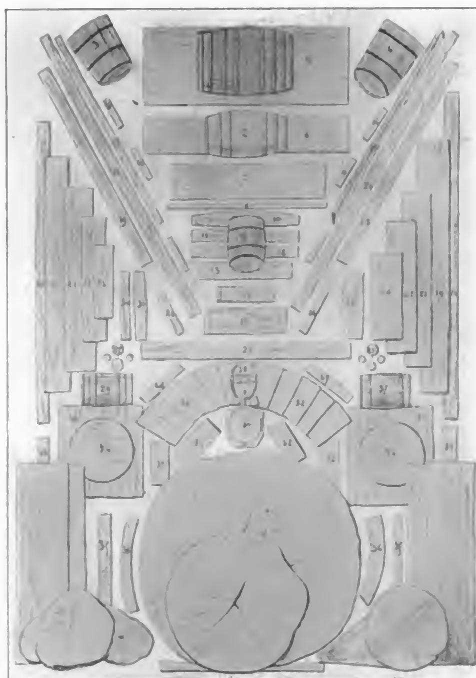


Fig. 160. — Chêne rouvre et Chêne pédonculé et leurs emplois.

de belles planches et de longues poutres. Ses emplois sont nombreux : tonnellerie commune, brosserie, meubles de cuisine; il ne se pourrit pas dans l'eau;

29 30

aussi sert-il à faire des pilotis, des rames, des traverses de chemin de fer; imprégné de vapeur d'eau,

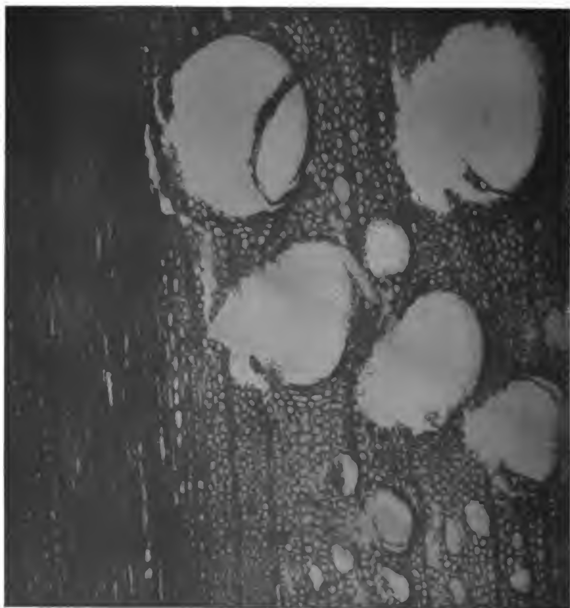


FIG. 401. — Chêne rouvre.
Grossissement : 60 diamètres. Micrographie de M. Thouroude.

il se laisse coucher et ployer. Le bois tourné de Vienne n'est que du hêtre. Quant au chêne, chacun en sait les usages ; charpente, ameublement, tonnellerie, parqueterie, wagons, charronnage. Ce n'est pas que

le chêne soit supérieur à certaines autres essences par sa dureté, sa souplesse, etc. Mais il résume à un

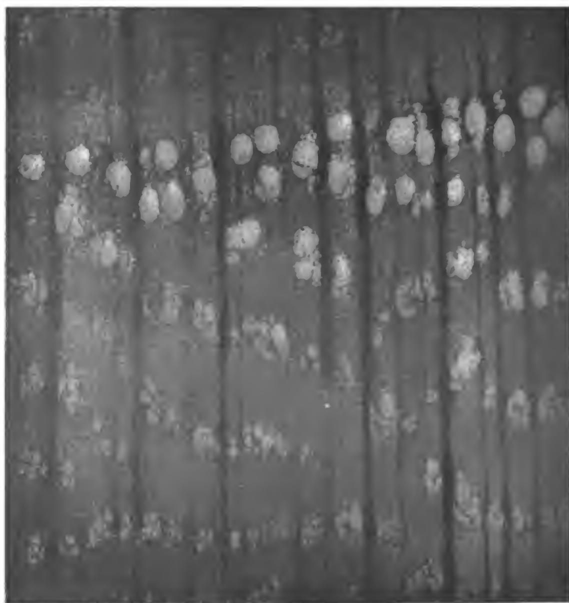


Fig. 402. — Orme champêtre.
Grossissement : 30 diamètres. Micrographie de M. Thouroude.

degré moyen les principales qualités des autres bois.

Mentionnons encore ce que, en termes de foresterie, on nomme les morts-bois : la bourdaine, dont le charbon

est si employé pour la fabrication de la poudre; le buis, si recherché pour la tabletterie et le tour; le coudrier,

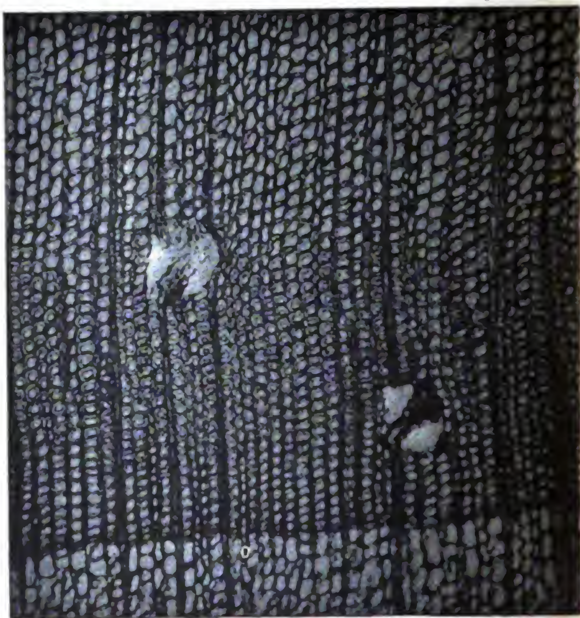


Fig. 403. — Pin laricio.
Grossissement : 60 diamètres. Micrographie de M. Thouroude.

pour les corbeilles, hottes, étuis; le genévrier, pour les bois de crayons; le houx, pour les dents d'engrenage; le troëne, qui fournit un bon charbon pour la poudre, etc. La salle du rez-de-chaussée peut être considérée comme

un véritable musée du bois et de ses applications.
Le musée se continue au premier étage dans la ga-



Fig. 101. — Erable sycomore.
Grossissement : 60 diamètres. Micrographie de M. Thouroude.

lerie supérieure. On a groupé avec le même ordre méthodique tout ce qui se rapporte à chaque essence. On trouve là comme une série de monographies et même de leçons de choses, selon le mot moderne. De

belles photographies, œuvres d'agents forestiers, montrent le port de l'arbre à l'état isolé ou en massif,

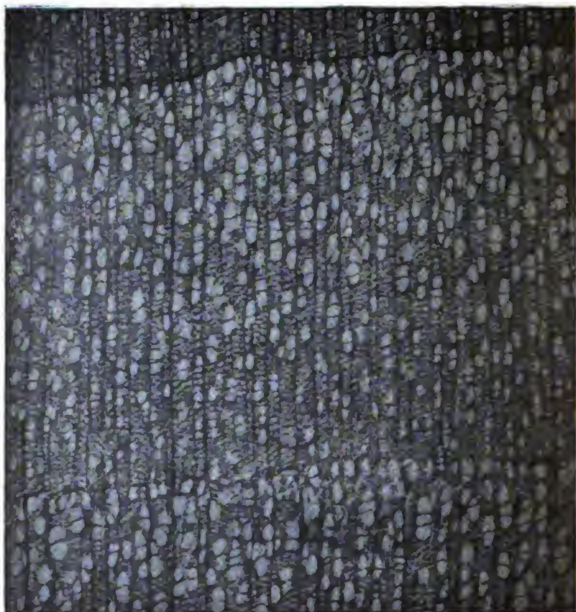


Fig. 405. — Peuplier tremble.
Grossissement : 30 diamètres. Micrographie de M. Thouroude.

sous ses divers aspects d'été ou d'hiver. A côté des échantillons de graines (collection préparée par M. Gouët), des bourgeons, des feuilles, des fruits (herbier sous verre de M. Fliche) ; à côté encore, 400 sec-

tions microscopiques de bois ; sur ces coupes minces, on distingue fort bien les fibres, les vaisseaux, les rayons médullaires, le parenchyme, les canaux résinifères ; on peut avec ces éléments déterminer rapide-



Fig. 406. — Chêne de Provence (très maigre).



Fig. 407. — Chêne de Bourgogne (très maigre).

ment une espèce. On a eu soin de mettre sous les yeux du visiteur des agrandissements photographiques (1)

(1) *Les Bois employés dans l'Industrie*. Leurs caractères distinctifs et leurs descriptions, accompagnés de 100 sections en lames minces des principales essences forestières de la France et de l'Algérie, par H. Nœrdlinger. Avec texte et un tableau. — J. Rothschild, éditeur.

préparés par M. Thouroude et qui font très bien ressortir la constitution intime du bois. On la voit à l'œil nu. Des diagrammes, établis pour la plupart par M. Bartet, mettent *en* relief les résultats d'études variées sur la végétation de chaque arbre, sa forme



Fig. 408. — Chêne d'Alsace (gras, venant sur terre humide).

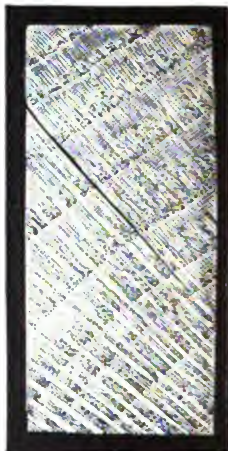


Fig. 409. — Chêne d'Italie (maigre, couche très forte).

aux différents âges, son accroissement en diamètre et en hauteur. Enfin, là aussi, on a disposé une série d'échantillons de bois, en parallélipipèdes de 0m,38 sur 0m,08 d'épaisseur pour les essences principales et en rondins pour les essences secondaires, prélevés d'ailleurs sur des arbres de toutes les régions de France et d'Algérie.

On a eu aussi la bonne idée d'exposer des échantillons des lésions morbides produites sur les arbres, soit par suite de troubles phyrilésiens, soit par suite d'accidents météoriques (1). C'est là également un petit

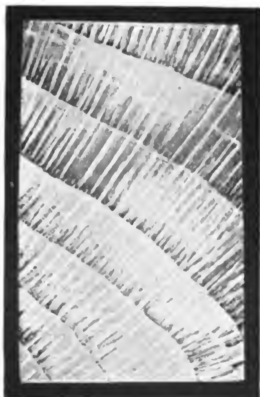


Fig. 410. — Chêne d'Italie (maigre, venant de plaines sèches pendant l'été).

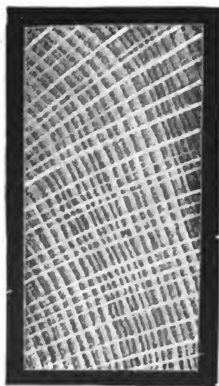


Fig. 411. — Chêne du Nord importé de Dantzig (maigre relativement à sa provenance).

musée des plaies, des fentes, fissures, de modes de traitement, etc. On y trouvera notamment quelques échantillons tératologiques et surtout des loupes (2),

(1) *Les Ravageurs des Forêts et des Arbres d'Alignement.* Histoire naturelle, mœurs, dégâts des insectes, moyens de les combattre et de restaurer les plantations, par H. de la Blanchère et par Eug. Robert. 6e édition. 1 volume avec 162 gravures. — J. Rothschild, éditeur.

(2) *Les Maladies des Plantes cultivées, des Arbres fruitiers et forestiers, occasionnées par le sol, l'atmosphère, les parasites,* etc.,

ces excroissances, quelquefois énormes, que l'on rencontre sur les arbres. Il est survenu que ces loupes ont présenté plus d'une fois certaine ressemblance avec une tête d'homme ou d'animal. Aussi les philosophes du XVIe et du XVIIe siècle n'avaient pas manqué



Fig. 412. — Section faite dans une pièce de Teak provenant de Moulmein.



Fig. 413. — Section faite dans de l'Acajou de Honduras (de croissance moyenne).

de dire à ce propos que c'était là des essais de la nature qui s'efforçait de donner naissance à l'homme. On était d'une philosophie un peu naïve il y a trois cents ans. Cette collection a été réunie avec soin par

D'après Mulasne, Bary, Berkeley, Hartig, Sorauer, etc., par A. d'Arbois de Jubainville, conservateur des forêts, et J. Vesque, préparateur au Muséum. 1 volume, avec 48 vignettes et 7 planches en couleur. — J Rothschild, éditeur.



Fig. 414. — Section faite dans un Platane d'Orient ayant crû au champ de bataille de Toulon, dont le sous-sol est humide.

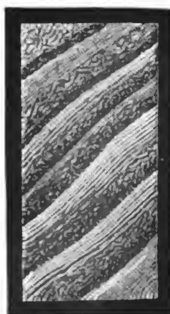


Fig. 415. — Orme dit de Dunkerque, provenant des plaines riches et humides du Nord (bois très gras, à grosses couches).



Fig. 416. — Orme du Canada. (Les couches de croissance annuelle sont tellement minces qu'on a peine à les distinguer les unes des autres.)



Fig. 417. — Orme de Provence, provenant de terrains moins humides que ceux dans lesquels ont poussé les Ormes fig. 415 et 416.



Fig. 418. — Orme provenant du champ de bataille de Toulon, dont le sous-sol est très humide. (Grâce à la chaleur du climat, le bois est assez nerveux.)

M. Boppe. Il convient de mentionner encore des spécimens des champignons et autres parasites de l'arbre (collections de M. d'Arbois de Jubainville), des cadres renfermant les insectes qui s'attachent à une essence donnée avec indication de leurs ravages (collection de M. Henry), une carte de répartition géographique éta-

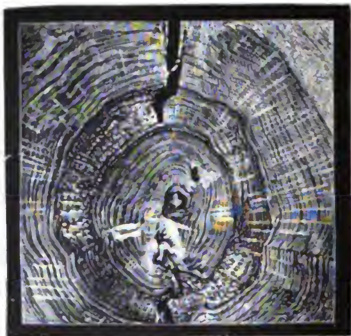


Fig. 419. — Fêlure de Chêne, à l'échelle de 1/3. (La zone du double aubier commence à se décomposer et tombe en poussière. Une fente s'est produite à travers le bon bois et a aussi divisé le double aubier; une fente diamétralement opposée s'est produite à travers le double aubier.)

blie par M. Thil, d'après les renseignements fournis par les conservateurs, une série d'échantillons présentés par M. Mer et ayant pour objet de montrer l'influence des éclaircies sur le développement du hêtre, du sapin, de l'épicéa; un herbier des végétaux de la forêt d'Orléans, par M. Besanconnot, une collection des bois d'Algérie de M. Lambert, une collection de cadres des essences du bois de Boulogne de M. Le

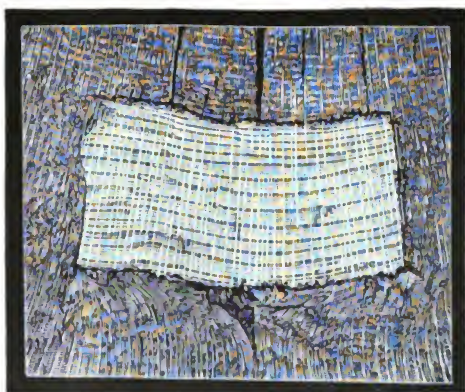


Fig. 420. — Petite frotture sur bois maigre (grandeur naturelle). (La frotture est saine, régnant seulement sur les parties contusionnées.)



Fig. 421.—Taches de grisette brune correspondantes sur la face d'un chêne. (Des petits champignons se montrent dans les fentes.)



Fig. 422. — Pièce de Chêne pourrie sur chantier, échelle de 1/12. (La partie attaquée peut être réduite en poudre avec la main.)

29

31

Paute, inspecteur général des promenades de la ville de Paris; etc.

Ce n'est pas tout encore; toujours dans cette galerie du premier étage, on rencontre une belle collection de

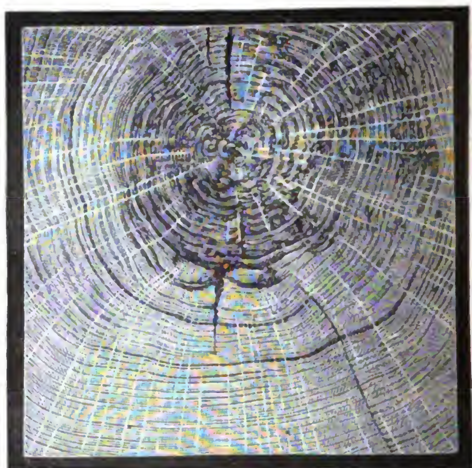


Fig. 423. — Commencement de pourriture noire au pied d'un Chêne de Bourgogne.

bois silicifiés. Ces échantillons ne sont pas comparables ni par la beauté, ni par les dimensions, aux étonnants spécimens recueillis dans l'Arizona et exposés dans la section des États-Unis; mais tels quels, ils présentent leur intérêt. Plus loin, on s'arrête devant une collection très complète de pierres des carrières des forêts domaniales ou communales; la lithologie

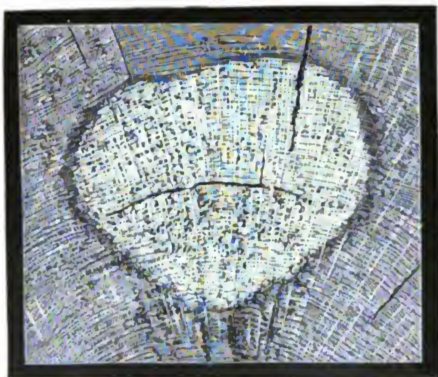


Fig. 424. — Pourriture sèche.



Fig. 425. — Branche brisée, non recouverte, ayant occasionné la pourriture d'un tronc d'Orme. (Le pourtour du tronc est seul intact. La pourriture a remonté au-dessus du nœud, mais y est moins grave qu'au dessus.)



Fig. 426. — Tronc de Chêne à l'échelle de 1/10, présentant près du cœur des flammes de grisette jaune, plus dangereuse que les flammes blanches et que les brunes. (Bois mauvais pou la charpente.)

de la France y est bien représentée depuis les roches du terrain éruptif jusqu'aux roches sédimentaires de la fin du tertiaire sous la forme de pavés d'égales



Fig. 427. — Branche de Pin sylvestre dégradée par le *Cœma pinitorquum*. *a*, pousse tuée entièrement l'année précédente; *b*, pousse vaginale qui se développe vers la base d'une pousse dont le sommet a été tué l'année précédente; *c*, pousse provenant de l'épanouissement d'un bourgeon dormant du verticille.

dimensions. On y a placé jusqu'aux cryptogames des formations houillères et aux phanérogames angiospermes des formations tertiaire et quartenaire.

En avançant toujours, le visiteur trouvera des échantillons d'un succédané de la soie obtenu avec la fibre

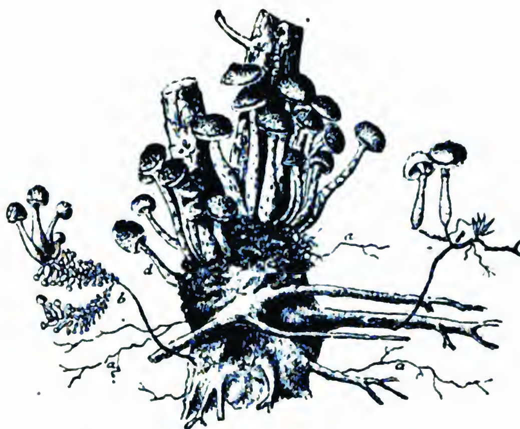


Fig. 428. — Pin tué par l'*Agaricus melleus*, dont le *Rhizomorpha subcorticalis* produit les réceptacles fructifères *d*, et dont le *Rhizomorpha subterranea* est stérile en *a*, tandis qu'il produit des réceptacles fructifères en *b* et en *c*. Le pivot du Pin est entouré de terre cimentée par de la résine.



Fig. 429. — Souche d'un Pin sylvestre tué par le *Trametes radiciperda*, dont on voit en *a* les réceptacles fructifères.



Fig. 430. — Pin sylvestre dont la cime a été tuée par l'*Æcidium Pini*, var. *corticola*.

du bois; le bois transformé par certains procédés chimiques fournit une matière filamenteuse fine et



FIG. 431. — Bois de Chêne ravagé par le *Cerambyx heros*

soyeuse, un textile qui prend bien la couleur et simule d'assez près la soie. On a installé au rez-de-chaussée

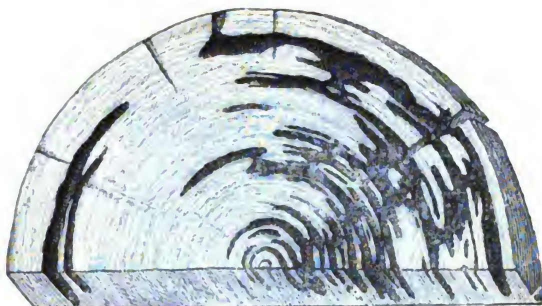


Fig. 432. — Coupe d'un tronc de Pin excavé par la *Formica ligniperda*.

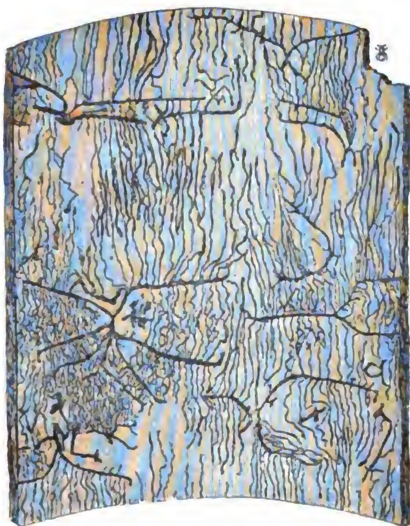


Fig. 433. — Écorce de Sapin ravagée par le *Bostriche curvidente*.

quelques appareils qui ne fonctionnent pas, mais qui

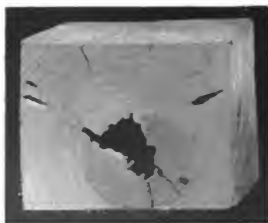


FIG. 134. — Tronc de Teak présentant cinq trous de vers, dont un au centre constitue une grande cavité.



FIG. 135. — Piqûres du *Limexylon* dans du cœur de Chêne; trous vides, vraie grandeur.

ont la prétention de montrer comment le bois peut ainsi se métamorphoser en un filament analogue à la

soie. Il y a sans doute là de l'avenir; mais, jusqu'ici,

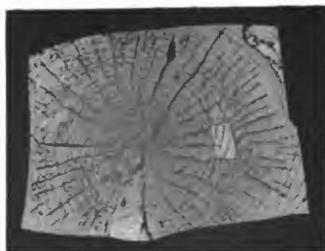


FIG. 436. — Section faite dans une pièce de Chêne maigre, échelle de 1/8. (Une grande fente a voilé la face supérieure et les deux latérales. A gauche, à mi-hauteur, une frotture formant tache blanche. En bas, au milieu, un trou de ver se détache en noir.



FIG. 437. — Bois de Chêne attaqué par le *Boletus lacrymans.*

il ne semble pas que ce succédané de la soie ait beaucoup préoccupé nos fabricants de Lyon. On verra

aussi des appareils intéressants, les germinateurs destinés à hâter la germination des graines et à permettre ainsi de se renseigner sur leur valeur marchande en raison de la proportion relative des bonnes et mauvaises graines d'un échantillon. Pas très loin,



Fig. 438. — Trous de vers faits dans un Chêne ronceux, demi-grandeur.

le visiteur regarde les bois, colorés à l'intérieur, de M. Penières, d'Ussel. Tous les bois sont susceptibles d'être soumis à cet intéressant procédé; mais c'est surtout le bois de charme qui se prête le mieux à l'injection. On obtient ainsi des imitations de bois de luxe et des effets nouveaux et imprévus en infusant côte à côte, dans une même bille, des couleurs diffé-

rentes. Ailleurs, on examine curieusement les blocs de bois avec lesquels on fabrique la pâte à papier, et cette pâte elle-même. Certes, le bois ne fournit pas un papier comparable à celui que l'on tire du chiffon;



Fig. 439. — *Scolyptus multistriatus*, sur une loupe. (Orme.)

cependant on obtient toute une série de papiers ordinaires d'excellente qualité, et, si l'on mélange à la pâte de bois des proportions convenables de pâte de chiffon, on finit par fabriquer des papiers satisfaisants et qui peuvent rivaliser avec les produits obtenus avec le chiffon. Enfin, on s'arrête généralement devant

l'exposition très instructive des échantillons de charbon de M. Noguette. L'auteur s'est préoccupé de mon-



FIG. 440. — Larve de Hanneton dévorant la racine d'un Acacia.

trer au public des charbons préparés avec les diverses essences. De chaque espèce d'arbre, il a pris deux morceaux d'égale grandeur : l'un a été réduit en charbon, l'autre est resté tel quel. On voit d'un simple

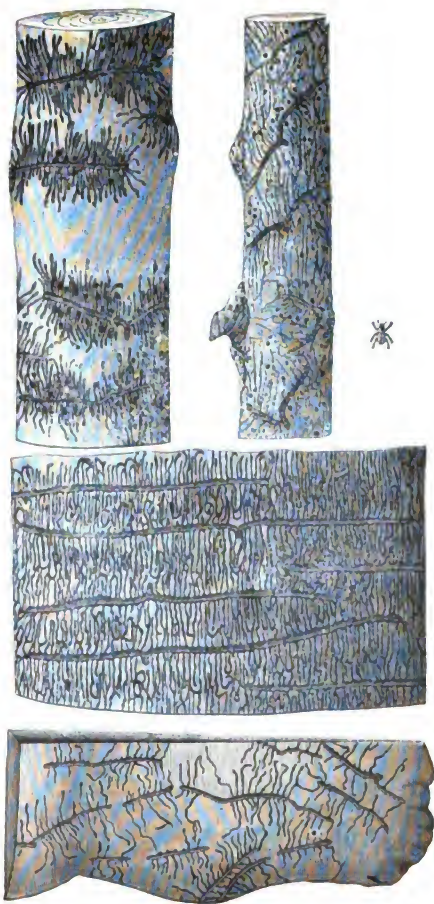


Fig. 141 à 144. — Bois de Frêne ravagé par l'*Hylesinus Fraxini*, insecte de grandeur naturelle.

coup d'œil combien les différences sont grandes. Avec

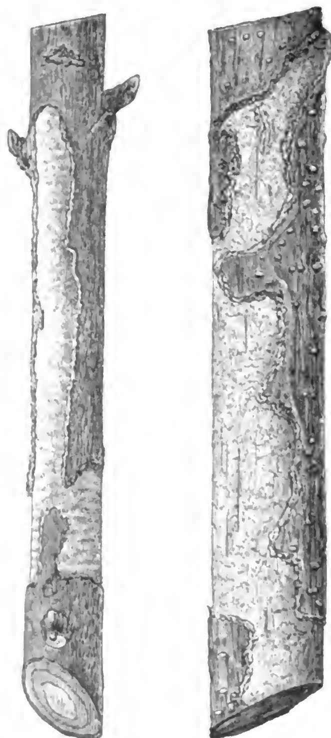


Fig. 445 et 446. — Frêne et Aune écorcés par les Frêlons.

une essence, on obtient peu de charbon; avec une autre, le volume de charbon équivaut presque au bois

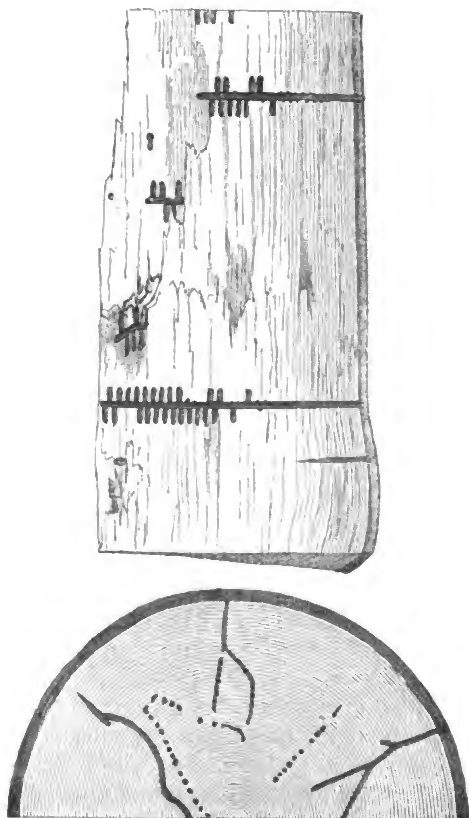


Fig. 447 et 448. — Dégâts sur le Bouleau par le *Bostrichus lineatus*.

qui l'a fourni. On peut dire d'une manière générale que le volume du charbon est d'autant plus petit que le bois dont il dérive est plus tendre et plus poreux.

Dans un petit salon du premier étage, à l'angle ouest du pavillon, l'administration a exposé une série de



Fig. 419. — Berge droite de la Combe de Péguère.
Partie moyenne. Travaux du printemps 1887.

notices statistiques donnant pour chacun de nos départements tous les renseignements qui concernent la question forestière (1) : contenance du sol boisé, peuplement, mode d'exploitation, production, usage du

(1) *Revue des Eaux et Forêts* (*Annales forestières*), publiée depuis 1842. — 1re partie : *Journal des Intérêts forestiers* ; 2e partie : *Répertoire de Législation et de Jurisprudence forestières.* — J. Rothschild, éditeur. — (Sous presse, *l'Année 1890*, en 2 vol.)

bois; puis des documents divers, un répertoire des publications françaises anciennes et modernes sur les forêts, un exemplaire des ouvrages publiés par les agents forestiers de 1878 à 1889, des Mémoires ma-



Fig. 450. — Berge droite de la Combe de Péguère.
Partie moyenne. Travaux de l'automne 1887.

nuscrits présentés par les professeurs de l'École de Nancy, etc.

Nous n'avons plus que le temps de descendre et de visiter la galerie annexe du fond où sont installées les vues panoramiques. Jetons les yeux à droite de l'escalier. Nous voilà en pleine montagne, dans une hutte de forestier. Les outils, la table rustique, la petite

couchette, tout à côté une forge de montagne, un atelier temporaire. Tout cela est bâti en branchages, recouvert de fougères sèches dont l'odeur forte complète l'illusion. Près des buttes croissent de vraies fougères et de jolis pins. Devant nous, dans le lointain, la montagne, les rochers, les torrents, les cas-



FIG. 451. — Berge droite de la Combe de Péguère.
Partie moyenne à l'aval des vues 1 et 2. Commencement des travaux en septembre 1888.

cades. M. Demontzey a fait aménager très habilement trois dioramas destinés à mettre le public au courant des opérations de reboisement et de défense contre les éboulis (1). Nul ne pouvait le mieux faire ; il est sur la brèche depuis le début et n'a cessé de diriger ces

(1) *Reboisement et Gazonnement des Montagnes.* Traité pratique, par P. DEMONTZEY, inspecteur général des forêts. 2e édition. 1 fort volume in-8°, avec 105 gravures. — J. Rothschild, éditeur.

importants travaux. Les trois toiles ont une hauteur uniforme de 8 mètres ; elles sont placées à 10 mètres environ du spectateur, qui en est séparé par une chambre relativement obscure de 5 mètres environ de profondeur, suivie d'un saut-de-loup de même dimension, dont le talus sert à supporter les plantations



Fig. 452. — Même vue, prise un mois après, en octobre 1888.

d'arbres résineux et les autres motifs destinés à raccorder les premiers plans avec la toile de fond.

La première vue montre le travail de fixation d'une montagne dans les Hautes-Pyrénées, au lieu dit *Combe de Péguère*, qui domine et menace le village de Cauterets, les sources si renommées de la Rallière, du Mouhourat, du Petit-Saint-Sauveur, etc. L'équilibre est tellement instable qu'aucune végétation forestière

ne saurait s'y implanter. On a établi des murs de soutènement en pierre sèche à partir du sommet et, entre ces gradins, on a profité du peu de terre que l'on a rencontrée pour plaquer des gazons de façon à relier



Fig. 453. — Atelier à droite de la figure 451 (2.000 mètres d'altitude). Pendant les travaux, en août 1880.

les blocs et les pierres roulantes. Ces travaux sont à peine terminés. Le programme de leur exécution avait été tracé en 1885, devant l'Académie des Sciences, par M. Demontzey, correspondant de cette Académie.

Au milieu et plus loin se trouve une vue diora mique des travaux de correction du torrent de *Riou-*

Bourdoux, affluent de la vallée de l'Ubaye, où il débouche à 3 kilomètres en aval de Barcelonnette (Basses-Alpes). Le cône de ce torrent s'étale sur une étendue de 240 hectares. La route de Montpellier à Coni le traverse sur un parcours de plus de 3 kilomètres. On aperçoit le lit du torrent consolidé par des barrages, des radiers, des enrochemens, clayonnages, etc. Les atterrissements successifs ont modifié la forme du lit qui s'est agrandi, exhaussé. On a fixé les berges jadis mouvantes qui compromettaient la stabilité des plateaux supérieurs aujourd'hui reboisés.

Enfin, le troisième diorama nous transporte devant le torrent du *Bourget*, autre affluent de l'Ubaye. Les travaux sont de ce côté très avancés. Les barrages ont fixé les berges, et on a pu reboiser même à l'intérieur du lit du ravin. Ces vues panoramiques d'un bel effet ont été exécutées, sous la direction de M. Demontzey, par M. Gabin, de Paris.

Entre les vues dioramiques existent deux petites salles, de véritables bibliothèques où l'on a réuni tous les documents possibles : vues, tableaux, albums, statistiques, photographies, plans en relief sur les divers travaux exécutés depuis 1878 dans les Pyrénées, les Alpes et les Cévennes, pour la restauration des montagnes, la correction des torrents et le reboisement. Cette question de la restauration des montagnes et du reboisement est d'une importance considérable. Elle intéresse la fortune publique (1). Non

(1) La contenance boisée dans chaque pays d'Europe est par habitant :

37 ares en Allemagne : 3 ares en Angleterre; 44 ares en Au-

seulement la consolidation des pentes montagneuses nous met à l'abri de catastrophes épouvantables et



FIG. 451. — Grand barrage du Riou-...
Vue reproduite d...

sauve un grand nombre de vies humaines, mais le

triche; 9 ares en Belgique et en Danemark; 52 ares en Espagne: 25 ares en France; 42 ares en Grèce; 5 ares en Hollande; 58 ares

reboisement, qui en est la conséquence, augmente la richesse et la production du sol et a encore une action



...s-Alpes) (1,300 mètres d'altitude).
...que du Pavillon.

certaine sur le régime des eaux et sur le climat.

en Hongrie et en Serbie; 13 ares en Italie; 11 ares en Portugal; 37 ares en Roumanie; 27 ares en Suisse; 3 hectares 84 ares en

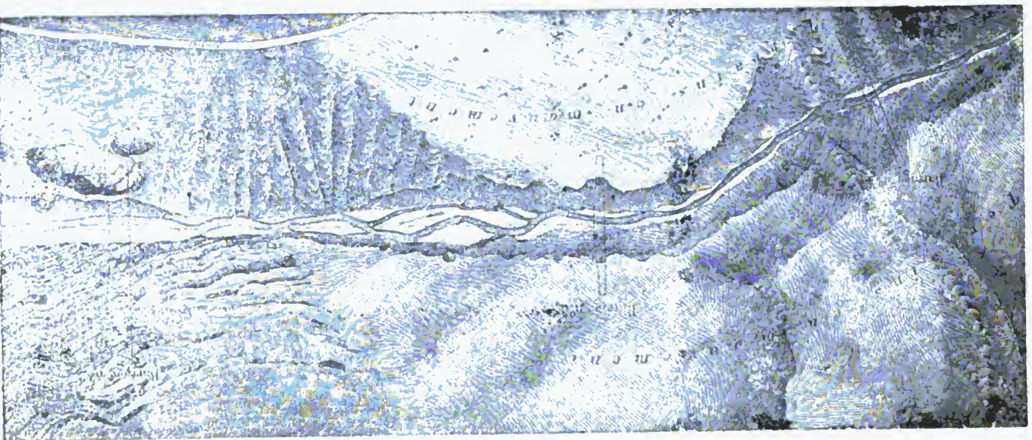
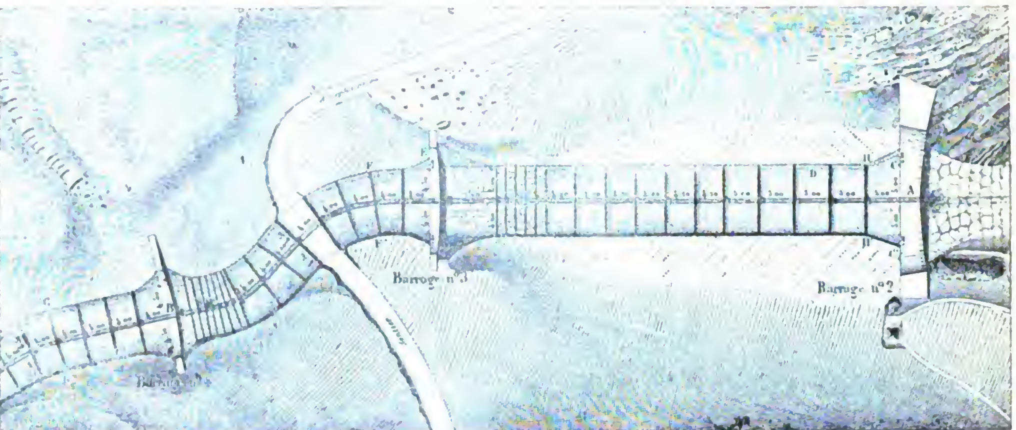


FIG. 155. — Section inférieure du Torrent du Bourget (Basses-Alpes).
Avant la correction du lit.



29

32

Fig. 456. — Section inférieure du Torrent du Bourget, après les travaux de correction.

On compte en France environ 300,000 hectares de



FIG. 457. — Le Torr
D'après une vue téléiconographiq

terrains à restaurer. On a déjà restauré plus du cin-

Suède ; 4 hectares 32 ares en Norvège ; 3 hectares 37 ares en Russie ; 7 hectares 77 ares en Turquie. Les 8,108,306 hectares de forêts

quième de l'œuvre considérable qui a été entreprise,



Bourget (Basses-Alpes).
Sardi, inspecteur adjoint des Forêts.

soit plus de 60,000 hectares. Pour dompter les tor-

de la France se subdivisent en : 1,070,477 appartenant à l'État, 1,915,370 aux communes ou établissements publics et 5,122,459 aux

rents; il faut les enserrer dans une enceinte continue



FIG. 458. — Section moyenne du Torrent du Bourget (1,603 mèt. d'altitude-État des travaux en 1877.

de végétation. Vingt ans se sont écoulés depuis que

particuliers. Les forêts de l'État, en 1887, ont produit 24,752,902 fr.



FIG. 459. — Même section. Travaux terminés.
Reproduite dans la vue dioramique.

l'on a commencé les travaux. Dans les Alpes, dans les Pyrénées, de nombreux reboisements d'essences résineuses étalent leur vigoureuse végétation à des altitudes considérables ; les torrents jadis si redoutés sont devenus des ruisseaux inoffensifs qui procurent à



FIG. 160. — L'Eboulement et le Torrent de Sâcheron.
Restauration complète obtenue en 3 années de travaux.

l'agriculture des eaux meilleures et abondantes. Le problème posé par les lois de 1860 et de 1882 est aujourd'hui résolu; les faits ont prouvé que la défense contre les éboulis et contre les torrents n'était ni

L'importation en France a été en 1887 de 158,300,000 francs, tandis qu'en 1880 on a importé pour 278 millions de francs. L'exportation, en 1880, a été de 34,800,000 fr. et en 1887 de 25,300,000 fr.

Un fait caractéristique est que depuis vingt ans les recettes ont diminué, tandis que les dépenses ont augmenté.



Fig. 461. — Torrent de Laou-d'Esbas, près Luchon (Haute-Garonne)
(1.800 mètres d'altitude).

longue ni coûteuse à obtenir; il suffit d'aider la



FIG. 462. — Torrent de la Vallette (Basses-Alpes) (1,506 mèt. d'altitude). Correction par des barrages et des clayonnages combinés.

nature par une série de petits moyens judicieux et sans cesse répétés.



Fig. 463. — Le Torrent de Riou-Chanal (Basses-Alpes) (1.600 mètres d'altitude).
Barrages en gradins. Système Breton.

Les avantages que l'on doit attendre à bref délai de cette entreprise vraiment patriotique peuvent se résumer ainsi : consolidation des versants instables et protection assurée à des centaines de hameaux et aux cultures qui font vivre leurs habitants; préservation des vallées contre les ravages des torrents; restitution à l'agriculture de très grands espaces occupés par les cônes de déjection; régularisation du régime des cours d'eau en plaine; augmentation du débit des sources et irrigations; sécurité pour les chemins de fer, routes nationales, départementales, vicinales; transformation agricole des régions montagneuses; accroissement de la population des montagnes ; conservation et amélioration des bois existants et création de 300,000 hectares de nouvelles forêts.

C'est la lutte contre la nature qui est poursuivie avec acharnement par les reboisements. Les travaux déjà effectués sont le témoignage inscrit en caractères ineffaçables sur les hauts versants des labeurs et des efforts du corps forestier.

Ce pavillon constitue une des plus intéressantes expositions de 1889. Nous devons exprimer un regret, c'est de voir ce véritable musée du Bois destiné à disparaître aussi vite. Il n'aura pas vécu assez longtemps au gré de tout le monde. Il est fâcheux qu'on ne puisse nous le conserver à sa place encore des années ou nous le reconstruire au Bois de Boulogne ou au Bois de Vincennes.

XVI

EXPOSITION DE LA VILLE DE PARIS

Les deux pavillons de la Ville. — Construction et décoration. — Pavillon Suffren. — Écoles. — Statistique de l'Instruction publique de la Ville de Paris.— Assistance publique, Préfecture, etc. — Pavillon La Bourdonnais. — Direction générale des travaux de Paris. — L'Hygiène. — Types de maison. — La maison insalubre. — La maison salubre. — Conditions hygiéniques de l'habitation. — Promenades dans les égouts. — Les égouts. — Types anciens et types nouveaux. — Le curage. — Les paniers d'arrêt. — Les appareils automatiques de chasse. — Siphon de l'Alma. — Le grand collecteur. — Les eaux de Paris : transparence comparée des eaux de source, des eaux de rivière et des eaux de l'Ourcq. — Eaux de la Vanne et de la Dhuys. — Salubrité des eaux. — Le tout à l'égout. — Gennevilliers. — Achères.



droite et à gauche du Dôme central, entre les deux ailes du palais des Industries diverses, s'élèvent parallèlement les deux pavillons de la Ville de Paris. L'Exposition de la Ville ou plus exactement du département de la Seine, car les services sont réunis, occupait en 1878 un seul pavillon d'une surface totale de 3,200 mèt. carrés. Il a fallu cette fois augmenter sensiblement la surface. Les deux pavillons construits par M. Bouvard, sont de forme rectangulaire et décorés extérieure-

ment, dans un style, à dessin très simple au moyen d'applications de treillages verts au-devant desquels se



Fig. 465. — Pavillon de la Ville de Paris. — Vue perspective. (Bouvard, architecte.)

profilent de légers massifs d'arbustes. Il a fallu, en effet, viser à l'économie, chaque pavillon ayant 75 mètres sur 20 mètres et le crédit mis à la disposition de l'archi-

tecte n'étant que de 150,000 francs, soit 50 francs par



Fig. 166. — Pavillon de la Ville de Paris.

mètre, décoration comprise. Les fermes métalliques ont été louées à très bonnes conditions à la liquida-

tion du cinquantenaire des chemins de fer à Vincennes. C'est pour diminuer la dépense que, au pourtour de



Fig. 467. — Pavil[...]
Fa[...]

Les numéros indiquent les différentes divisions de l'Exposition.

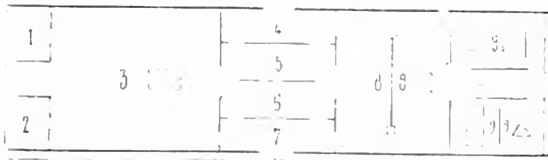


Fig. 468. — Pavillon de la Ville de Paris.
Plan du Pavillon Nord.

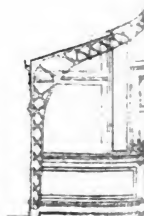
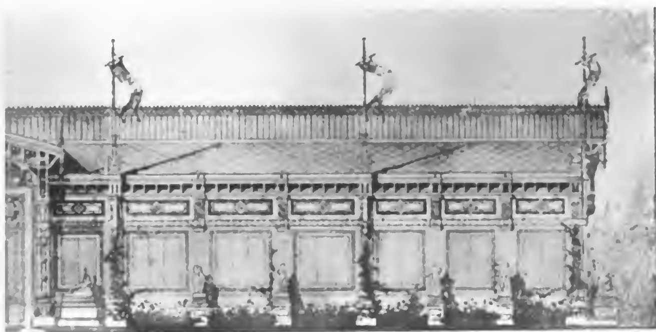


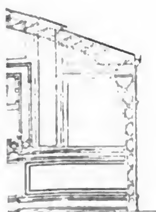
Fig. 469. — Pav[...]
Coup[...]

ces pavillons élevés au milieu de pelouses et de jardins ornés des plus belles sculptures de Aubé, Daillon, Etcheto, Gautherin, Longepied, Noël, etc., on a

restreint la décoration à de simples applications de moulures et de treillages en bois. Les travaux ont



de la Ville de Paris.
cipale.



la Ville de Paris.
ersale.

Les numéros indiquent les différentes divisions de l'Exposition.

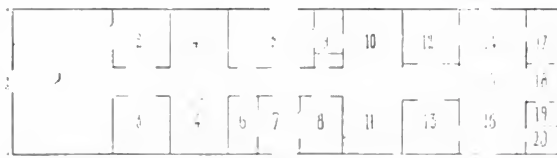


Fig. 470. — Pavillon de la Ville de Paris.
Plan du Pavillon Sud.

été entièrement confiés, sauf le montage des fermes, à dix associations ouvrières qui se sont très intelligemment acquittées de leurs missions. Ce n'est que



Fig. 471. — Pêcheur ramenant dans ses filets la tête d'Orphée, par Léon-Eugène Longepied. (Marbre décorant les pelouses du Ranelagh.)



Fig. 472. — Hérault d'armes à cheval. — Bronze par E. Frémiet, décorant le vestibule de l'escalier d'honneur de l'Hôtel de Ville.

a

pour l'intérieur qu'on leur a adjoint quelques ar-



FIG. 173. — Vue de la Bastille et de ses [illegible]

tistes spéciaux chargés des peintures sur toile. Évidemment l'aspect des deux pavillons n'a rien de monumental, surtout à côté des palais des Arts libéraux,

des Beaux-Arts et des Industries diverses, et certaines



1789. — Dessin et peinture de M. Hoffbauer.

critiques ont été formulées à cet égard; peut-être eût-il été bon, au préalable, de se préoccuper de savoir quel était le crédit mis à la disposition de l'architecte.

Le pavillon Sud (côté de l'avenue de Suffren) réunit



Fig. 471. — La Méditation, par Edme-Antony-Paul Noël.
Statue en marbre décorant les pelouses du Ranelagh.

les expositions des services suivants : Écoles maternelles, supérieures, primaires, de dessin, de modelage.



FIG. 175. — Le Dante, par Jean-Paul Aubé. (Statue en bronze décorant le Square du Collège de France.)



FIG. 176. — François Villon, par François Etcheto. (Statue en bronze décorant le Square du Collège de France.)

b

33.

professionnelles, de l'ameublement, c'est-à-dire tout



Fig. 477. — Vue de la Place de la Bastille et de ses environs.

l'ensemble de la direction de l'enseignement, puis l'Assistance publique, la Préfecture de police, les directions des affaires municipales et départementales,

et enfin les sapeurs-pompiers. Il est très intéressant à



— Dessin par M. Hochereau, peinture par M. E. Bourgeois.

parcourir. On s'arrête devant les travaux faits par les élèves, plus loin devant le Laboratoire municipal, devant le matériel de sauvetage, etc. Nous ne pouvons

que mentionner cette partie de l'exposition de la Ville.

Signalons cependant l'exposition des services scolaires qui a pour objet de faire connaître au public l'installation matérielle et les résultats de l'enseignement dans les diverses catégories d'établissements que



Fig. 478. — L'Heure du Déjeuner à l'École maternelle.

la Ville de Paris consacre à l'instruction publique.

Ces établissements comprennent les écoles maternelles, les écoles primaires élémentaires, les écoles primaires supérieures et les écoles professionnelles.

Les écoles maternelles reçoivent les enfants des deux sexes de deux à sept ans. Elles sont au nombre de 127, contenant un total de 22,879 places d'élèves. Le personnel attaché à ces établissements se compose

de 123 directrices et 307 institutrices adjointes.

Le budget des écoles maternelles, qui s'élevait, en 1878, au moment de la dernière Exposition, à 2,147,278 fr. 73, s'élève aujourd'hui à 3,606,032 fr. 50, soit une augmentation de 1,458,753 fr. 77.



Fig. 479. — Une Leçon de gymnastique à l'École primaire (filles).

Les écoles primaires de garçons et de filles reçoivent les enfants de six à quatorze ans. Il existe aujourd'hui à Paris 191 écoles de garçons, contenant un total de 70,694 places d'élèves et 174 écoles de filles contenant 60,509 places d'élèves. Le personnel enseignant se compose de 3,002 maîtres et maîtresses.

Le budget consacré aux écoles primaires était, en 1878, de 7,813,331 fr. 12; il s'élève aujourd'hui

à 19,853,512 fr. 50, soit une augmentation de 12,040,181 fr. 38.

Les écoles primaires supérieures sont au nombre de 6 pour les garçons (collège Chaptal; écoles Turgot, Lavoisier, Colbert, Arago, J.-B. Say), recevant



Fig. 480. — L'École communale de garçons, rue Camou. (VII[e] arrondissement. — Façade.)

3,793 élèves; de 1 pour les filles (école Sophie-Germain), recevant 384 élèves.

Les écoles professionnelles pour les garçons sont au nombre de 4 : l'école Diderot (travail du fer et du bois), l'école Boulle (école d'ameublement), l'école Estienne (industries du livre), et enfin, l'école municipale de Physique et de Chimie industrielles.

Pour les filles, la Ville de Paris possède actuellement 5 écoles professionnelles, situées rue Fondary, Bossuet, Bouret, Ganneron et de Poitou.

L'exposition de la Direction de l'enseignement, si bien organisée par M. Edmond Duplan et par M. Pierret, permet aux nombreux visiteurs de juger des pro-



Fig. 481. — Une Leçon de modelage à l'École primaire.

grès accomplis depuis dix ans dans le domaine de l'enseignement primaire à tous les degrés. Ces progrès ont été considérables. Nous sommes heureux de les attribuer à l'initiative, à la libéralité du Conseil municipal, aux soins éclairés, à l'intelligente collaboration de tout le personnel de l'enseignement (1).

(1) Consulter le volume publié par M. Duplan, Sous-Directeur

Le pavillon Nord (côté de l'avenue de La Bourdonnais) est entièrement consacré aux divers services relevant de la Direction générale des travaux de Paris. Au milieu sont réunis les documents relatifs aux services de la voie publique et des promenades, du plan



Fig. 182. — Un Cours supérieur de dessin à l'École de la place des Vosges.

de Paris et des travaux historiques. Du côté de la galerie des Machines se trouvent les services des eaux et des égouts; du côté de la tour Eiffel, les services d'architecture et des beaux-arts. Cette division permet de procéder méthodiquement à la visite des nombreux

de l'Instruction primaire, à titre de commentaire et d'explication de l'exposition de l'Enseignement primaire (*L'Enseignement primaire public à Paris*, 1877-1888. — 1 vol. in-4°).

documents, modèles en relief, dessins, etc., exposés par la Direction des travaux, documents dont, comme d'usage, les plus « discrets » ne sont pas toujours ceux qui répondent aux moindres services rendus.

L'ensemble des services relevant de la Direction gé-



FIG. 183. — Une Récréation à l'École maternelle.

nérale des travaux de Paris concerne, en somme, ce qui constitue le Paris visible, le Paris attraction, celui qui attire et retient les étrangers.

Sans doute on ne saurait trop admirer les efforts accomplis, les résultats obtenus dans tous les services que comprend l'administration d'une ville dont le budget ordinaire dépasse 260 millions, ces écoles claires, propres, gaies, venant remplacer les locaux

insuffisants de jadis, ces hôpitaux qui se multiplient et où la mort devient pour ainsi dire l'exception, ces progrès réalisés dans l'organisation de la défense contre le feu, etc. Toutes ces améliorations dont bénéficie à si haut degré la population parisienne, le pu-



Fig. 484. — L'École communale de garçons, rue Camou.
(VIIe arrondissement. — Préau.)

blic de passage les ignore presque, le Parisien lui-même ne les connaît pas bien et c'est à peine s'il s'aperçoit souvent de leurs bienfaits. Au contraire, ce que le public apprécie, quelquefois, il est vrai, d'une façon inconsciente, ce sont ces grandes et belles voies ouvertes à travers les quartiers de luxe comme dans les quartiers ouvriers, ce sont ces promenades où se presse la foule, ce sont les efforts constants qui sont

faits, travaux d'égouts, adduction d'eau, etc., pour assainir Paris et augmenter la durée de la vie moyenne; ce sont ces monuments où, sans méconnaître le caractère utilitaire, on a toujours eu à cœur de ne point perdre de vue le côté artistique... Tout cela, c'est le



FIG. 185. — Un Bataillon scolaire.

domaine de la Direction générale des travaux de Paris (1), et il n'est pas étonnant que les visiteurs qui veulent étudier d'un peu près ce qui a été fait pour le bien des Parisiens, se pressent nombreux dans le pavillon.

(1) M. A. Alphand, Inspecteur général des Ponts et Chaussées. Directeur; M. Huet, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Sous-Directeur.

Quand on pénètre par la porte qui regarde le palais des Industries diverses, on trouve à droite et à gauche deux hautes constructions, deux maisons à deux étages, en grandeur naturelle, s'il vous plaît, représentant, d'une part, un type de maison salubre, et



Fig. 186. — Une Leçon de gymnastique à l'École primaire (garçons).

de l'autre, un type de maison insalubre. On sait combien les questions de salubrité sont à l'ordre du jour en France depuis quelques années, et quels efforts ont été faits pour assainir et la maison et la voie publique. On peut affirmer qu'il n'y a pas encore bien longtemps on constatait chaque année beaucoup plus de décès par suite des conditions insalubres de l'habitation et de la vie quotidienne que par

suite de maladies organiques ou autres. Ces dernières sont exclusivement du domaine médical. Quant à l'in-

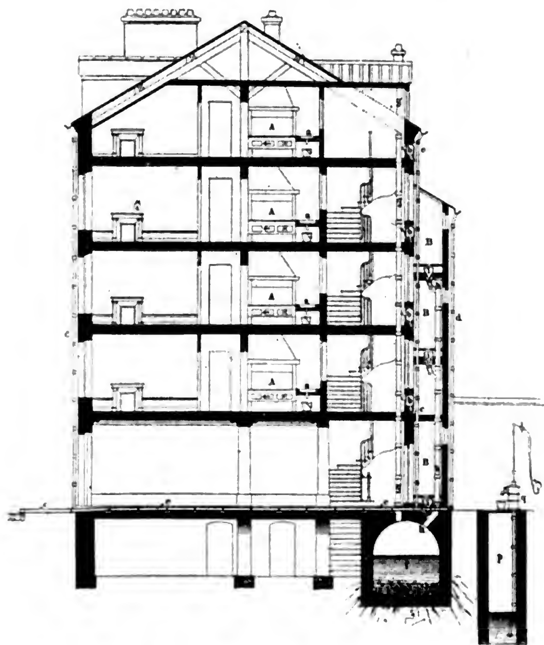
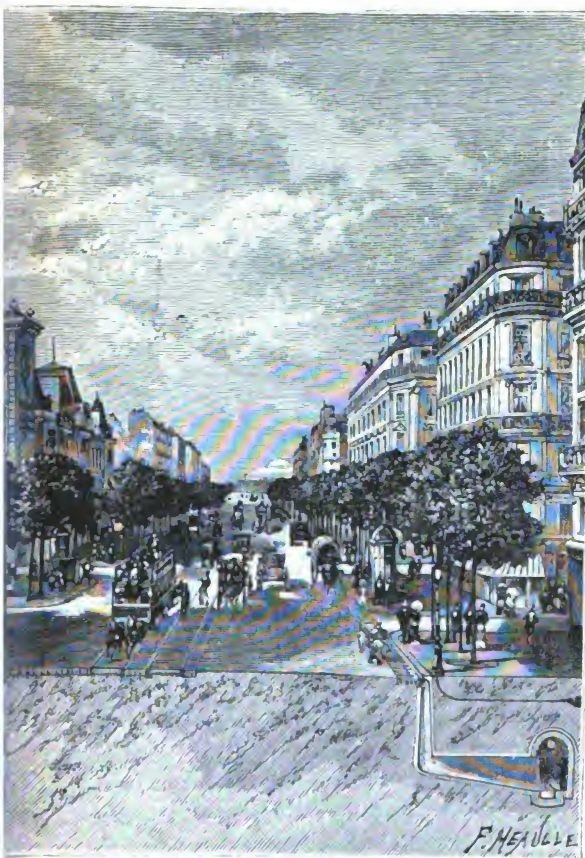


Fig. 487. — Service de l'Assainissement. (Coupe en travers d'une Maison desservie par une fosse fixe, et alimentée par un puits.)

salubrité, c'est la mission de l'ingénieur hygiéniste d'y remédier, et tout ingénieur, à notre époque, tout architecte doit être un peu hygiéniste. Les deux types de maisons exposés sont caractéristiques au point de



Fig. 188. — Coupe à travers le Boulevard Saint-Ge



munication souterraine d'une Maison avec l'Égout.

vue de l'hygiène et parlent nettement aux yeux et à l'intelligence du public.

Dans l'une on a réuni toutes les causes d'insalubrité que présentent si souvent les maisons dans les quar-

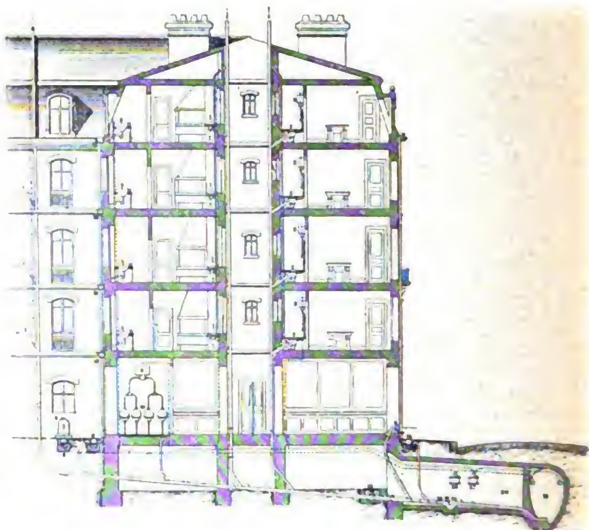


Fig. 489. — Service de l'Assainissement. (Coupe en travers, montrant l'installation complète d'une Maison desservie par le Tout à l'égout.)

tiers ouvriers et populeux : fosses fixes, jamais étanches où les matières fermentent à proximité immédiate du puits qui donne l'eau d'alimentation, cabinets communs infects, plombs à émanations insupportables, chambres à peine aérées où le cube d'air par personne n'est pas le quart de ce qu'il devrait être,

papiers de tenture malsains, etc., etc.; de ce côté le tableau n'a rien de chargé, et il existe dans Paris des milliers de maisons réunissant à un plus haut degré

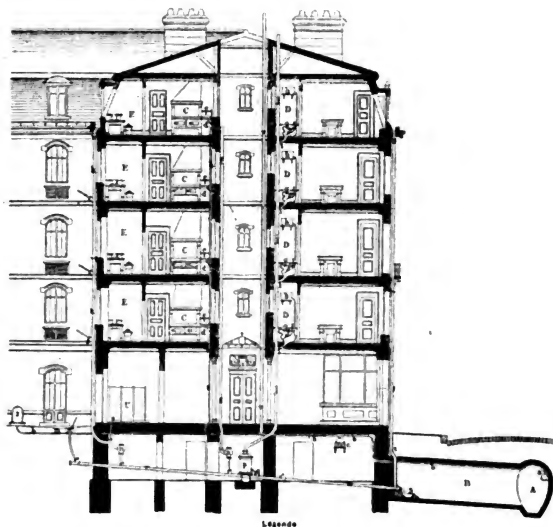


FIG. 490. — Service de l'Assainissement. (Coupe en travers d'une Maison desservie par le Système diviseur.)

peut-être encore toutes les causes d'insalubrité imaginables.

On voit avec un véritable intérêt ce type de maison privée d'air, de soleil, etc. Les escaliers sont bondés de monde. De là, on passe dans le second type, situé en face, le type de la maison salubre. C'est la maison

idéale, non point luxueuse, — tout ce qu'elle comporte peut être réalisé à peu près sans dépenses sup-

Fig. 491. — Service de l'Assainissement de la Ville de Paris. (Maison desservie par le Tout à l'égout. — Plan des canalisations.)

Fig. 492. — Type de deux Éviers de cuisine superposés, à tuyaux de vidange siphonnés et ventilés.)

plémentaires — mais salubre, avec le tout à l'égout, les cabinets séparés, l'eau partout, les pièces suffisamment grandes et surtout aérées, les siphons in-

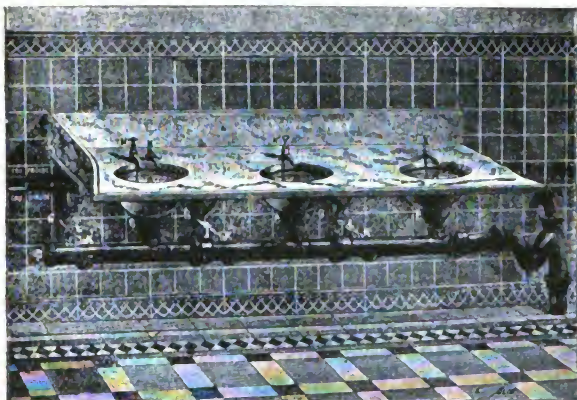


Fig. 493. — Service de l'Assainissement. (Lavabo. Installation complète de trois cuvettes réunies sur un même tuyau de vidange.)

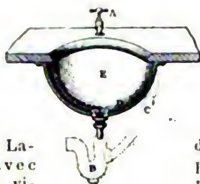


Fig. 494. — Lavabo avec tuyau de vidange et trop-plein siphonnés.

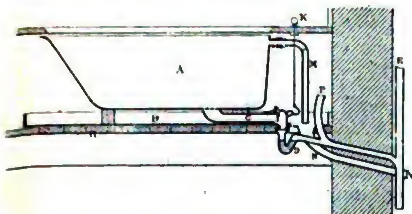


Fig. 495. — Baignoire avec tuyau de vidange siphonné.

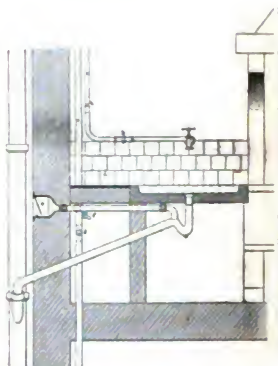


Fig. 496. — Service de l'Assainissement. (Évier de cuisine avec tuyau de vidange siphonné et ventilé.)

terceptant partout les odeurs, l'éclairage électrique même, etc. Certes on peut encore s'estimer heureux



Fig. 497. — Service de l'Assainissement de la Ville de Paris. — (Dessin type d'un cabinet d'aisances public. — L'appareil de chasse fonctionne à la main.)

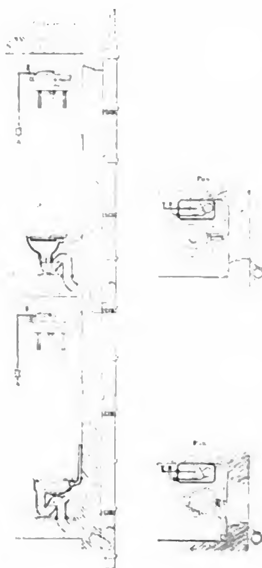


Fig. 498 à 500. — Type de cabinets d'aisances d'appartements, superposés. Cuvettes à siphon, sièges à abattant. Réservoirs de chasse fonctionnant à la main.

d'habiter une maison ne réunissant pas entièrement toutes ces améliorations si désirables. Il n'en reste pas moins certain qu'il y a là un type qu'il était intéres-

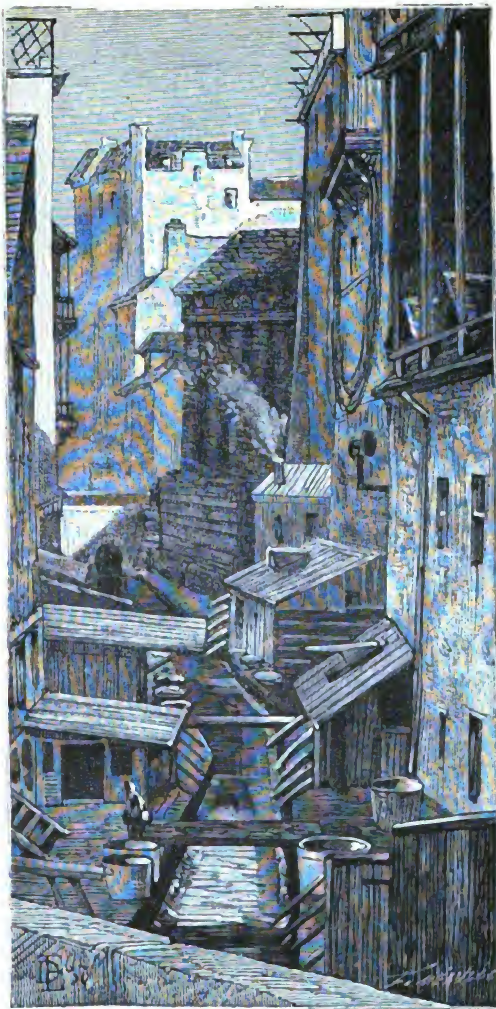


Fig. 501. — La Bièvre. — Quartier des Tanneurs.

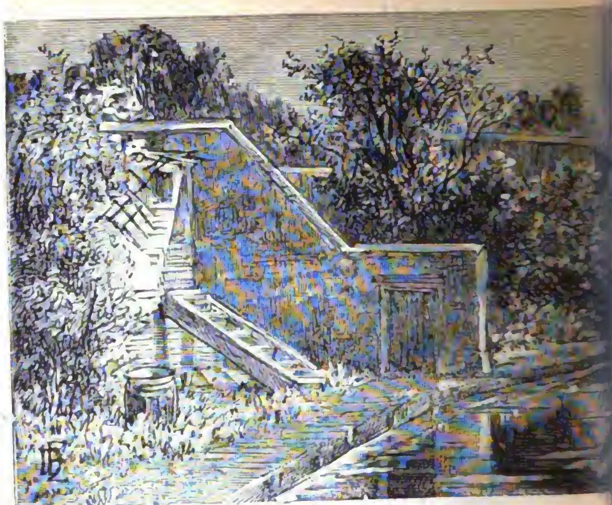


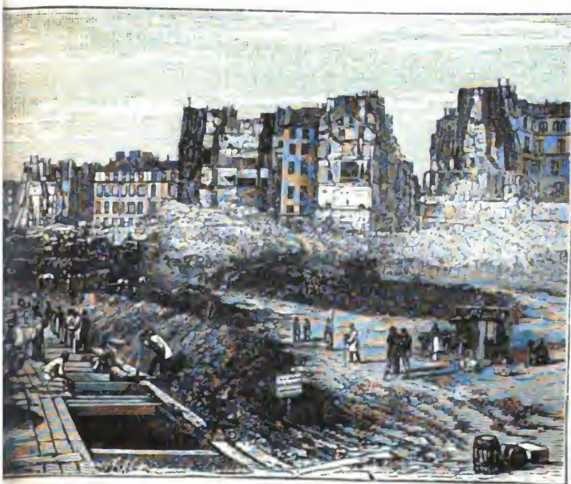
Fig. 502. — La Bièvre



Fig. 503. — Démolition du Quartier des Moulins



le Jardin des Plantes.



struction des Égouts de l'Avenue de l'Opéra.

sant de placer sous les yeux du public; il faut tendre à s'en rapprocher le plus possible.

Beaucoup de visiteurs prennent des notes et s'en vont certainement éclairés sur les avantages d'une maison logiquement comprise.

A côté, le service des Égouts et de l'assainissement (1)

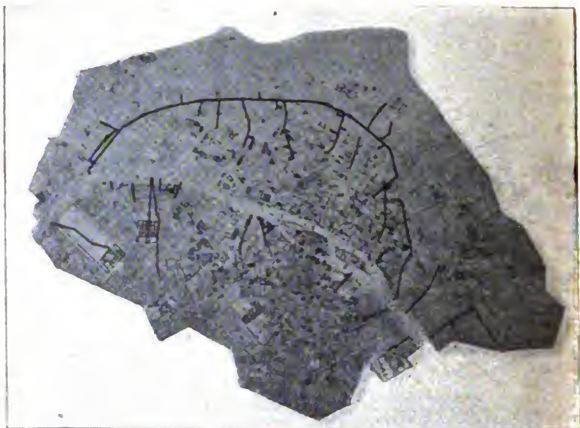


Fig. 504. — Égouts de Paris en 1789.

expose un grand nombre de documents qui offrent de l'intérêt même pour le grand public. On sait que, pour tout étranger, une promenade dans les égouts de Paris fait absolument partie du programme des visites

(1) M. Bechmann, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé du service des égouts et de l'assainissement de la Ville de Paris.

essentielles, des curiosités de la Ville. C'est que le système des égouts parisiens est unique au monde. On peut faire sans peine cette promenade au pavillon. On y a placé effectivement les modèles en relief de toute la série des types d'égout actuellement en usage



Fig. 505. — Égouts de Paris en 1889.

dans le service municipal de Paris, depuis les grands collecteurs, comme celui qui amène à Clichy les trois quarts des eaux de Paris, jusqu'aux petites galeries reconnues suffisantes pour les voies de minime importance, jusqu'aux branchements d'égout destinés à desservir chaque immeuble, jusqu'aux branchements de bouche et de regard.

Ces mêmes types sont reproduits sur un dessin appendu à l'une des parois, à côté d'un autre tableau indiquant les anciens types jadis en usage dans Paris. La comparaison est intéressante entre les types an-



Fig. 506 à 513. — Service des Égouts. (Types d'anciennes galeries.)



Fig. 514 à 522. — Service des Égouts. (Types d'anciennes galeries.)



Fig. 523 à 532. — Service des Égouts. (Types d'anciens égouts et égouts modifiés.)

ciens et les types nouveaux. Autrefois les galeries étaient ou larges et plates, ce qui déterminait des stagnations et par suite des émanations infectes, ou étroites et plus ou moins profondes, et la circulation et le curage y étaient à peu près impossibles. Aujourd'hui, et sous l'inspiration des idées de Belgrand, le véritable créateur du réseau des égouts de Paris,

on donne aux galeries une forme ovoïde qui permet de réunir les eaux dans une cuvette de section convenable, où elles prennent une vitesse suffisante, tout en laissant néanmoins aux ouvriers du curage une

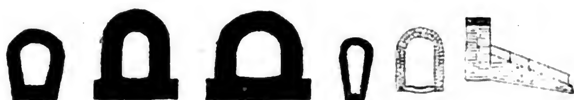


Fig. 533 à 538. — Service des Égouts. (Types d'anciennes galeries.

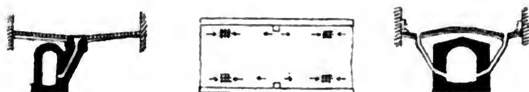


Fig. 539 à 541. — Service des Égouts. (Anciennes chaussées avec leur mode d'écoulement à l'égout.)

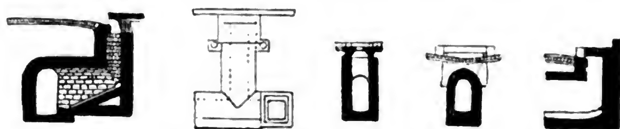


Fig. 542 à 546. — Service des Égouts. (Types d'agencements de branchements de bouches.)

circulation facile. On a même depuis quelques années amélioré encore ces profils au moyen des types à cunette avec banquette latérale. Les égouts présentaient jadis des épaisseurs considérables de maçonnerie, 0m,40, 0m,60...même pour des sections restreintes, et l'emploi de la pierre de taille y prédominait;

les prix de revient étaient par suite très élevés. Le choix de la forme rationnelle aujourd'hui adoptée,

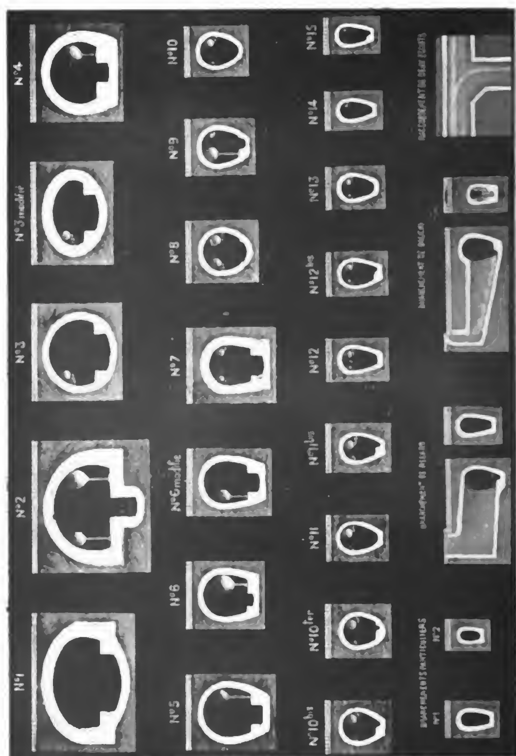


FIG. 547 à 571. — Types des différents égouts de la Ville de Paris. Branchements particuliers, branchements de bouche et de regard.

l'emploi de la meulière et du ciment ont permis de réduire ces épaisseurs à 0m,20 environ pour les types

les plus en usage, d'où une économie considérable. C'est ainsi que l'on a pu, sans dépenses excessives, développer dans une si grande mesure le réseau des égouts de Paris.

A l'inverse de ce qui existe à l'étranger, les dimensions des égouts permettent de recevoir, pour la plus grande commodité des services, les conduites d'eau et

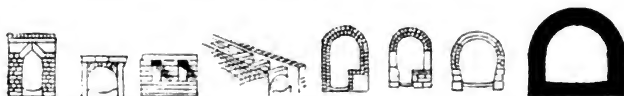


Fig. 575 à 582. — Service des Égouts. (Types d'aqueducs.)

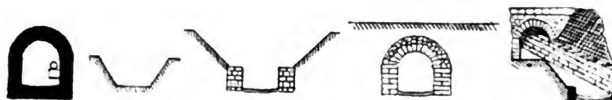


Fig. 583 à 587. — Service des Égouts. (Types d'aqueducs.)

d'air comprimé, les fils téléphoniques et parfois les câbles électriques pour lumière, les tubes postaux, etc. Une série de plans indiquant le réseau des égouts à différentes époques sont à cet égard particulièrement instructifs. On y voit que le développement des égouts était :

En 1663	de	8,572	mètres.
En 1740	de	11,746	—
En 1789	de	26,051	—
En 1837	de	76,500	—
En 1854	de	155,000	—
En 1879	de	633,005	—
En 1889	de	860,197	—

Cependant, il reste encore actuellement environ 255 kilomètres de galeries à établir.

Nos égouts, bien construits, assurent la libre circu-

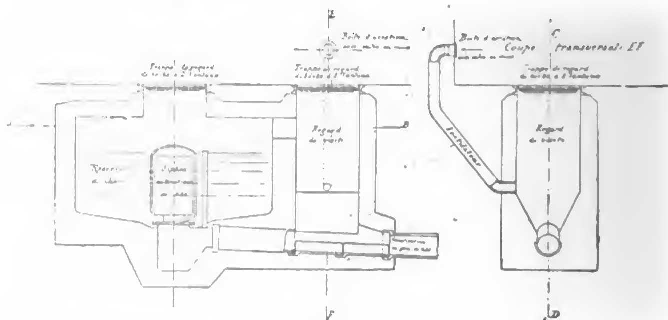


FIG. 588 et 589. — Service des Égouts. (Réservoir de chasse en tête d'une conduite et regard de visite avec ventilateur.)

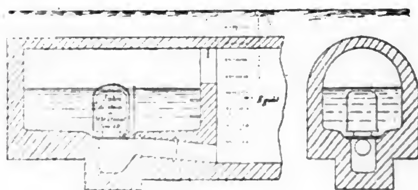


FIG. 590 et 591. — Service des Égouts. (Coupes en long et en travers d'un réservoir de chasse sur égout.)

lation des eaux fluviales, des eaux ménagères, des eaux vannes; ils assureront même le départ de toutes les matières fécales, quand on aura réalisé le système du « tout à l'égout ». Mais le problème se complique. Il faut, en effet, maintenir les égouts en bon état de

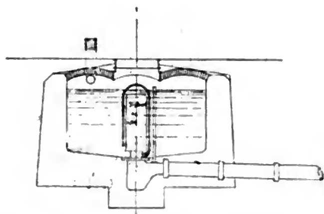


Fig. 592. — Réservoir de chasse à un départ sur canalisation. (Coupe.)

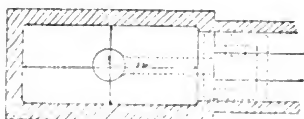


Fig. 593. — Réservoir de chasse.
Siphon de 0m,3.0 à un départ.

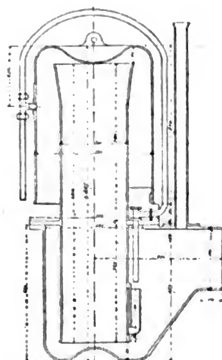


Fig. 595. — Coupe en travers d'un réservoir de chasse à un départ.

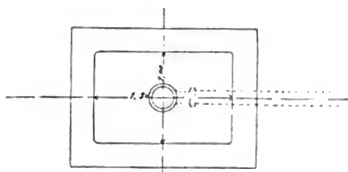


Fig. 594. — Réservoir de chasse.
Siphon de 0m,52. Système Geneste, Herscher et Carette

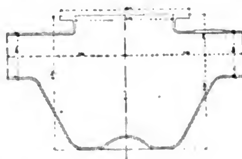


Fig. 596.— Coupe en travers d'un réservoir de chasse à deux départs.

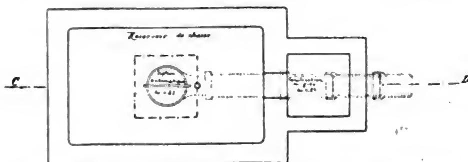


Fig. 597. — Service des Égouts. (Type d'un réservoir de chasse à un départ sur canalisation. — Plan.)

fonctionnement, produire le curage; il est indispensable d'obtenir l'évacuation rapide en dehors du réseau de plus de 400,000 mètres cubes d'eaux d'égout en moyenne par 24 heures. La question se présente, en pratique, grosse de difficultés. Aussi a-t-on dû étudier tout spécialement ces problèmes complexes.

Les dispositions des branchements de bouches et des croisements d'égouts, ainsi que le montrent des

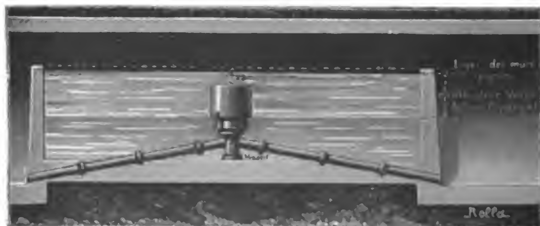


Fig. 598. — Service des Égouts. (Coupe longitudinale d'un réservoir de chasse sur égout, à deux départs.)

modèles en relief et des dessins, ont été étudiées avec grand soin de façon à atténuer les dépôts de matières solides, sables, ordures, etc. Depuis quelques années même le long des voies importantes, aux abords des marchés, etc., on a muni les bouches d'égouts de paniers ou récipients qui arrêtent la presque totalité des ordures et du sable et que l'on enlève, de la voie publique, au moyen de grues montées sur des tombereaux. Malgré cela, le curage des égouts n'en exige pas moins des soins incessants. Il s'exécute à bras dans les petites galeries, au moyen de wagonnets et de

bateaux munis de vannes que pousse la pression même

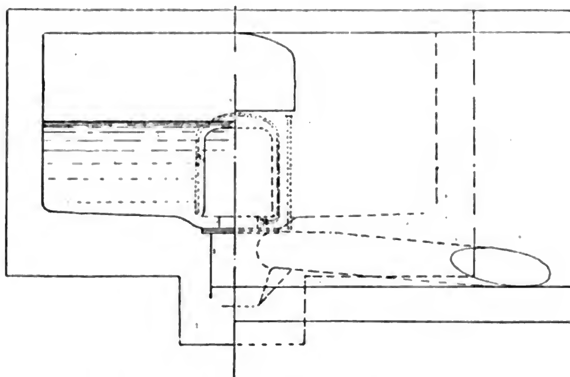


Fig. 599. — Réservoir de chasse latéral à l'égout. (Coupe.)

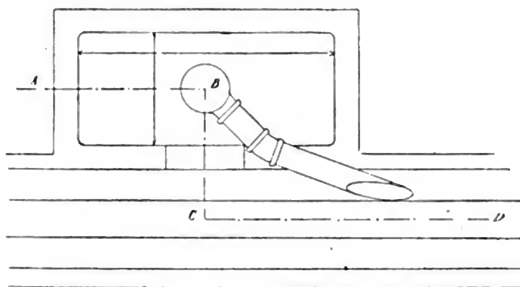


Fig. 600. — Réservoir de chasse latéral à l'égout. (Plan.)

de l'eau dans les collecteurs. Les modèles de ces engins attirent tout particulièrement les regards du public.

Enfin, depuis quelques années, on tend à installer aux points heurts ou points hauts des galeries d'égouts des réservoirs de chasse munis d'appareils automati-

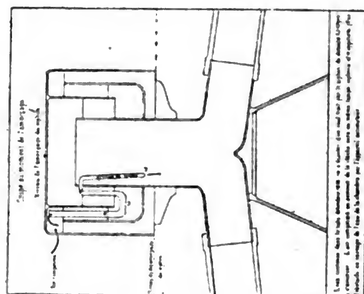


Fig. 602. — Appareil automoteur (système Aimond) pour la production des chasses automatiques.

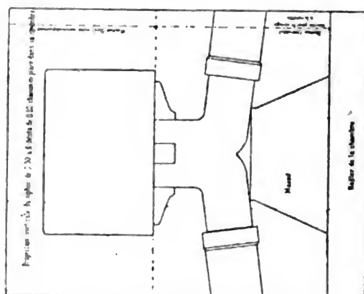


Fig. 601. — Projection verticale du siphon pour la production des chasses automatiques.

ques qui, à des intervalles réguliers, lancent violemment dans les cunettes quelques mètres cubes d'eau de façon à y produire des chasses énergiques et à faire disparaître tous les dépôts. Ces réservoirs peuvent

également se manœuvrer à la main, et leurs chasses sont particulièrement utiles dans les égouts à faibles pentes. Il existe un très grand nombre de systèmes d'appareils automatiques, procédant la plupart du

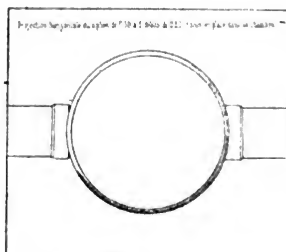


Fig. 603. — Appareil automoteur (système Aimond) pour la production des chasses automatiques.



Fig. 604 à 606. — Appareils automoteurs (système Aimond).
A un départ. A 2 départs opposés. A 2 départs à angle droit.

principe du siphon : appareils Geneste et Herscher, Rocaché, Guinier, Colin, Aimond, Parenty, etc.; un certain nombre de modèles en sont exposés.

A côté se trouve un appareil devant lequel s'arrête la foule, quand les gardiens le font fonctionner ; il s'agit d'un modèle très complet du siphon qui, par-

dessous la Seine, fait passer dans un des collecteurs de la rive droite les eaux d'égout de la rive gauche

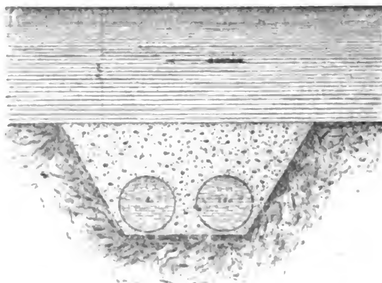


Fig. 607. — Siphon de l'Alma. (Coupe transversale.)

(siphon de l'Alma). Ce siphon ne peut évidemment se curer à bras, et l'on a recours pour cela à une grosse

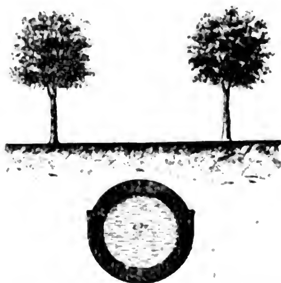


Fig. 608 et 609. — Assainissement de la Seine. (Aqueduc souterrain. Conduite libre.)

boule en bois qui, introduite dans le siphon du côté amont et poussée par la pression de l'eau, chasse de-

vant elle les sables, ordures, etc. En général, il suffit d'une opération par semaine. Actuellement les eaux

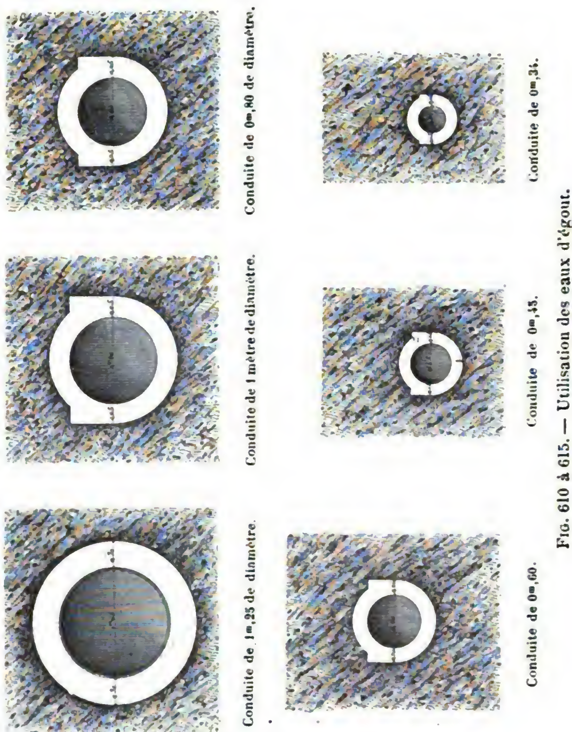


Fig. 610 à 615. — Utilisation des eaux d'égout.

d'égout de la totalité de Paris sont réunies soit à Clichy, soit à Saint-Denis et, pour la plupart, sim-

plement déversées en Seine. Une telle situation est évidemment intolérable et la Ville de Paris n'a cessé

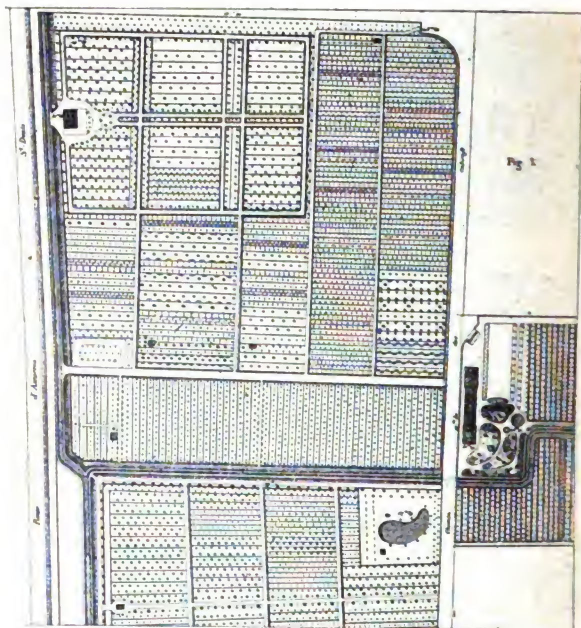


Fig. 616. — Type d'un champ irrigué à l'eau d'égout.
Jardin modèle de Gennevilliers.

de s'en préoccuper depuis plus de vingt ans.

Nous n'avons pas à rappeler ici les débats qui ont duré si longtemps sur la question du « Tout à l'égout ». Les arguments de l'Administration en faveur de l'épu-

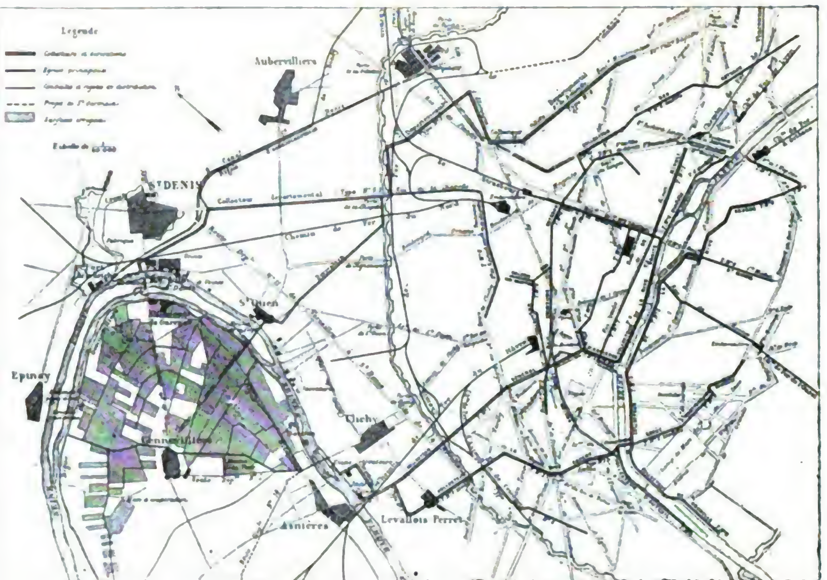


FIG. 617. — Égout collecteur et champ d'irrigation de Gennevilliers.

ration des eaux d'égout par le sol sont connus. Nous les rappellerons en quelques lignes. Plus de 600 hectares reçoivent à Gennevilliers depuis des années d'énormes quantités d'eau d'égout sans qu'on y ait ja-

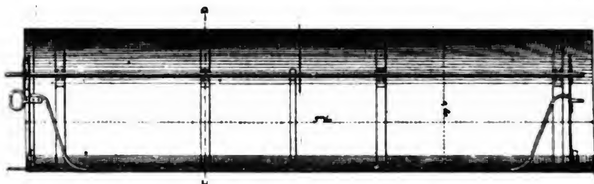


Fig. 618. — Irrigations par les eaux d'égout. Conduite de distribution. Coupe longitudinale.



Fig. 619. — Irrigations par les eaux d'égout. Conduite de distribution. Contre-cintre.

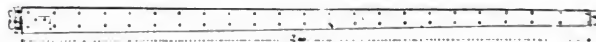


Fig. 620. — Irrigations par les eaux d'égout. Clef.

mais constaté d'autres résultats que le triplement de la population, le décuplement du loyer de la terre et la diminution de la mortalité. Une bonne partie de la population de Paris se nourrit avec les légumes de Gennevilliers. Les terrains où la Ville projette d'étendre le réseau de ses irrigations n'ont ni habitants ni valeur. Bien que ces arguments aient pu paraître

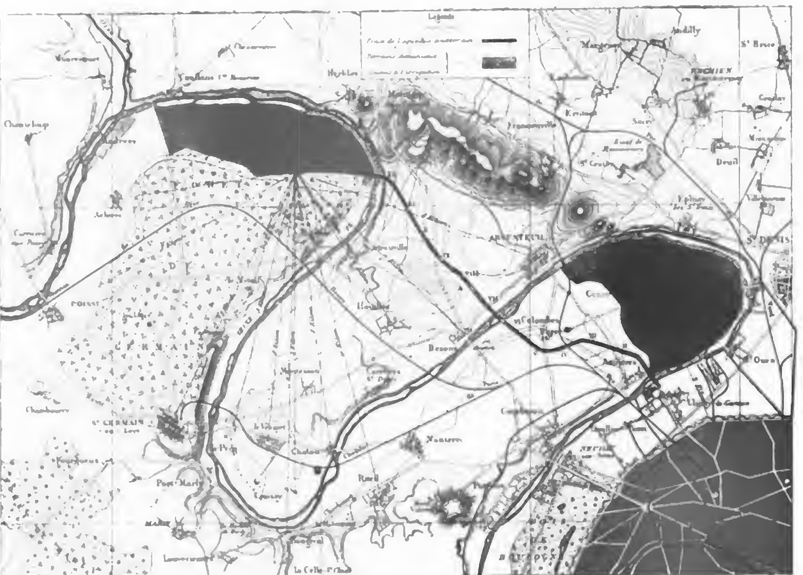


Fig. 621. — Utilisation et épuration des eaux d'égout.

Terrains à irriguer dans la forêt de Saint-Germain. Tracé de la conduite de refoulement des eaux d'égout.

décisifs, on se rappelle aussi que l'opinion des ingénieurs de la Ville a été très combattue dans plusieurs sociétés savantes et à la Chambre. La lutte a été très vive; les avis sont encore partagés; ce n'est que tout

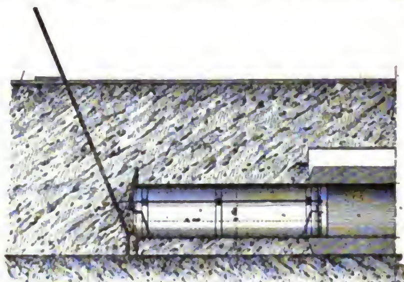


Fig. 622. — Travaux publics. (Irrigations par les eaux d'égout.) Conduite de distribution.

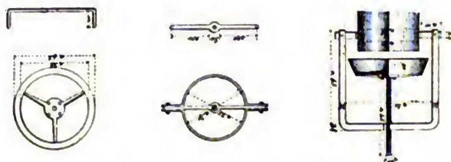


Fig. 623 à 625. — Irrigations par les eaux d'égout. Bouche de 0m,30.

dernièrement que les Chambres ont fini par concéder à la Ville de Paris les terrains d'Achères.

Après les égouts, les eaux (1). Dans une grande ville,

(1) M. Humblot, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est chargé du service technique des Eaux.

les eaux doivent préoccuper au plus haut degré les administrateurs. L'eau à profusion, c'est la santé publique. Le service des Eaux expose une série de documents des plus intéressants. En face même de l'entrée du pavillon, au delà des deux maisons salubre et insalubre, on a installé à hauteur d'homme une grande bâche divisée en trois compartiments. Dans le com-

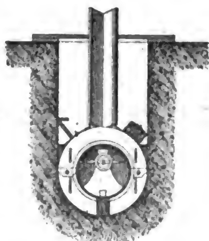


Fig. 626. — Irrigations par les eaux d'égout. Conduite de distribution.

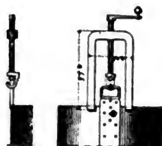


Fig. 627 et 628. — Irrigations par les eaux d'égout. (Tire-clef.)



Fig. 629. — Irrigations par les eaux d'égout. Conduite de distribution. Coupe de la clef.

partiment du milieu, on fait arriver de l'eau de source, l'eau de la Vanne; dans celui de gauche, de l'eau de Seine; dans celui de droite, de l'eau de l'Ourcq. C'est saisissant de différence au premier coup d'œil. L'eau de source, très pure, est de couleur azurée; l'eau de rivière, relativement peu chargée de matières organiques, mais assez chargée de matières minérales en suspension, est un peu trouble; l'eau de l'Ourcq, qui renferme plus de matières organiques que de vase, est assez translucide, mais d'un jaune verdâtre. On

juge aisément du degré de transparence en regardant à travers l'eau des bâches un écriteau sur lequel on a

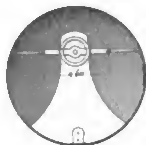


Fig. 630. — Irrigations par les eaux d'égout. Conduite de distribution. Élévation de la tête.

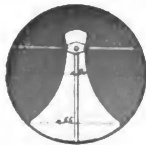


Fig. 631. — Irrigations par les eaux d'égout. Conduite de distribution. Élévation de la tête.

écrit : « Service des Eaux. » Peut-être, à ce seul aspect, les préférences pourraient-elles s'égarer. Il n'y a pas d'hésitation pour l'eau de la Vanne : elle est très

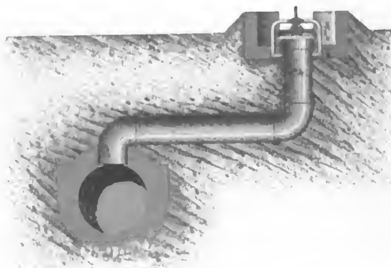


Fig. 632. — Irrigations par les eaux d'égout. Type de bouche de distribution.

belle d'aspect. Mais il n'en est pas de même pour l'eau de Seine et pour l'eau de l'Ourcq : elles semblent aussi impures l'une que l'autre. Il importe que l'on ne s'y trompe pas. L'une est moins transparente, c'est vrai,

mais parce qu'elle renferme plus de matière minérale inerte; l'autre contient moins de matières en suspension, mais plus de matières organiques. Or il faut se défier de la matière organique, elle n'est pas toujours inactive; elle donne lieu d'ailleurs à des fermentations putrides; c'est de ce chef qu'elle peut offrir quelque danger pour la santé publique. L'eau de Seine, malgré son peu de transparence, est supérieure. Elle n'en

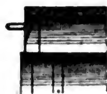


FIG. 633. — Service des irrigations. Conduite en béton de Gennevilliers.

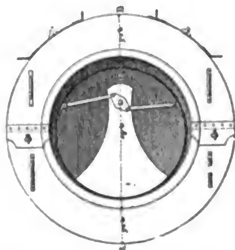


FIG. 634. — Service des eaux. Cintre métallique pour conduites en béton.

renferme pas moins en temps normal un grand nombre de microbes d'espèce commune.

Les ingénieurs du service des Eaux répondent, à ce propos, à une préoccupation du public : La population a-t-elle raison de se tant émouvoir chaque année quand l'augmentation de la consommation, si variable suivant la température, oblige à substituer dans certains arrondissements l'eau de Seine ou de Marne (puisée en amont de Paris pour la plus grande partie) à l'eau de source? L'eau de source est certes d'une qualité très supérieure, ne fût-ce qu'au point de vue de l'éga-

lité de température. Mais l'eau de rivière est-elle si malsaine qu'on a voulu le dire? Les ingénieurs de la Ville ne semblent pas le penser. Ici nous avouons ne pas être d'accord avec eux, du moins d'une manière générale. La plupart des hygiénistes affirment, et les preuves sont là, que les eaux de rivière renferment des microbes pathogènes.

Les statistiques municipales montrent que chaque



Fig. 635. — Service des irrigations. Prises d'eau de Gennevilliers.

fois que l'on introduit dans les conduites des eaux de rivière, il survient dans les quartiers desservis une aggravation du nombre de cas de fièvre typhoïde. Nous aurions pu d'abord croire à une simple coïncidence, mais le fait s'est répété chaque fois et encore cette année où les grandes chaleurs et un accident arrivé à un aqueduc ont obligé de distribuer les eaux de Seine pendant un certain temps. Les ingénieurs de la Ville contestent ces résultats de la statistique qui ne s'accorderaient pas avec leurs propres observations. Pierre dit oui, Jean dit non. Les ingénieurs font aussi remarquer que les eaux de source et de rivière sont exclu-

sivement distribuées au public; l'eau d'Ourcq ne sert que pour les lavages de chaussées, les arrosages, etc.; la double canalisation, déjà réalisée dans la plupart des voies, ne permet d'ailleurs matériellement pas de substituer, quoiqu'on ait prétendu le contraire, l'eau

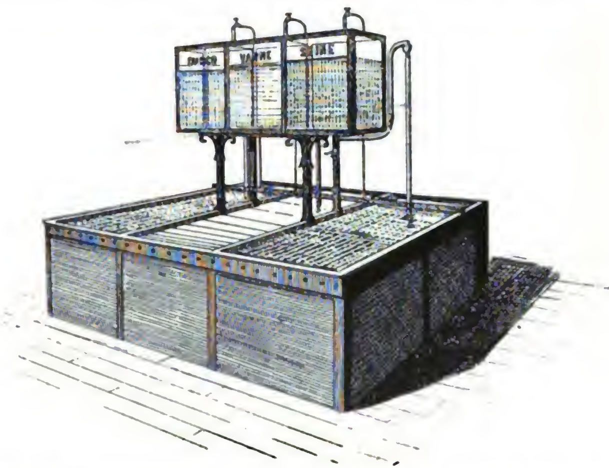


FIG. 636. — Distribution des eaux. Appareil pour la comparaison de la limpidité des trois natures d'eau distribuée (Vanne, Seine, Ourcq).

d'Ourcq à l'eau de source ou de Seine, puisqu'il n'y a pas de communication entre les deux canalisations destinées l'une au service privé, l'autre au service public. Ceci est déjà très bien, mais la même canalisation sert pour les eaux de source et les eaux de rivière. Et les eaux de rivière peuvent souiller l'intérieur des conduites. Là est encore le mal. Mais passons; nous

n'avons pas à discuter ici accessoirement cette grave question des eaux.

Nous nous proposons, dans le chapitre suivant, de donner quelques renseignements sur l'alimentation en eau de la Ville de Paris.

XVII

EXPOSITION DE LA VILLE DE PARIS

Pavillon de La Bourdonnais. — Volume d'eau débité par jour. — Les conduites d'eau. — Réseau des eaux de source. — Réseau de l'Ourcq. — Les nouvelles usines hydrauliques. — Ivry et Bercy. — Dérivation des sources. — Captation et adduction des eaux. — Emmagasinement. — Le grand réservoir de la Butte-Montmartre. — Service des canaux de l'Ourcq. — Travaux de réfection. — Les bâches mobiles. — Laboratoire de Montsouris. — Service de la voie publique et des promenades. — Différents modes de pavage. — Carrière de grès de l'Yvette. Appareils de contrôle de la dureté des matériaux. — Machines à sabler et à saler. — Nouveaux travaux municipaux. — Square de la Butte-Montmartre. — Plan de Paris. — Paris en 1887 et en 1889. — Travaux historiques. — Service d'architecture.

Le volume d'eau distribué quotidiennement à Paris est naturellement quelque peu variable avec les besoins mêmes de la consommation. Il peut aller pendant l'été à 500,000 mètres cubes, les machines élévatoires compensant, s'il y a lieu, l'abaissement du débit des sources. En moyenne, on peut compter sur un service normal de 440 à 450,000 mètres cubes, savoir :

140,000 mètres cubes, d'eau de source (120,000 pour

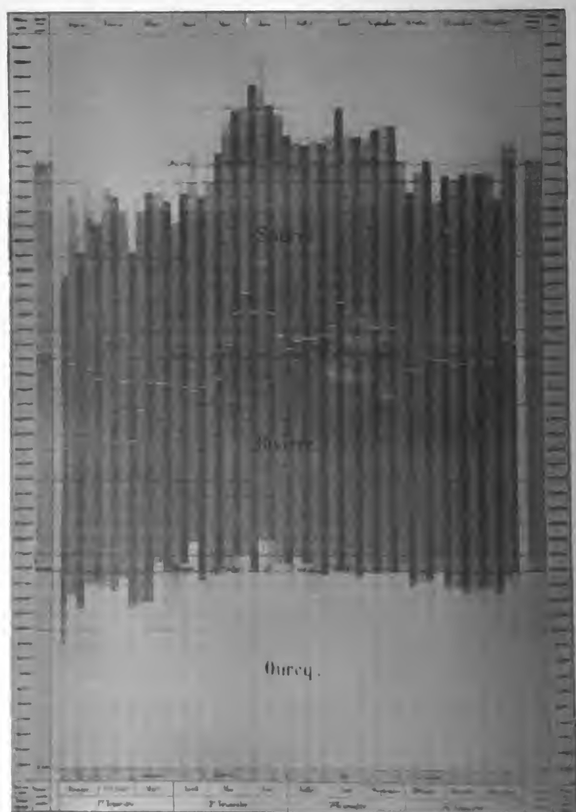


Fig. 638. — Service des eaux.

Mouvement moyen journalier de la consommation des diverses eaux de Paris en 1888.

la Vanne, 20,000 pour la Dhuis); 180,000 mètres cubes d'eau de rivière ; 120,000 mètres cubes d'eau d'Ourcq.

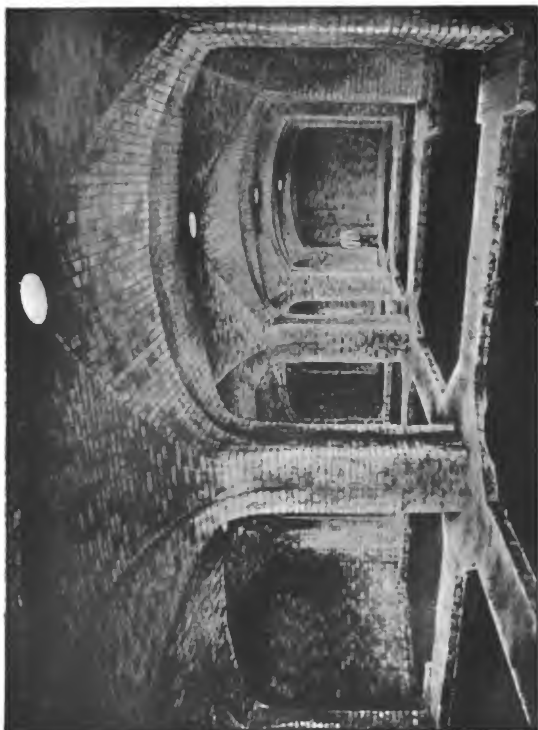


Fig. 639. — Dérivation de la Vanne. — Sources du Bime de Cérilly. — Intérieur du bassin de captation.

Les dérivations de la Vanne et de la Dhuis ont été terminées avant la dernière Exposition universelle, et

l'on s'est borné à exposer à leur sujet, avec la carte géologique générale du bassin de la Seine, de magnifiques atlas en platinotypie reproduisant des vues des principaux sites et des principaux ouvrages. Toutefois, à raison des diverses améliorations et additions récemment apportées à ces travaux, on y a joint une



Fig. 640. — Usine hydraulique de Saint-Maur.
Vue intérieure.

série de plans en relief afférents aux travaux de captation des sources de la Vanne. On a, en effet, exécuté notamment la dérivation secondaire de Cochepies, ce qui a permis d'augmenter de 20,000 mètres cubes par jour la distribution d'eau de la Vanne.

Les travaux de captation sont des opérations peu connues. On trouve au pavillon les reliefs des bassins de captation d'Armentières, de Cochepies et de la

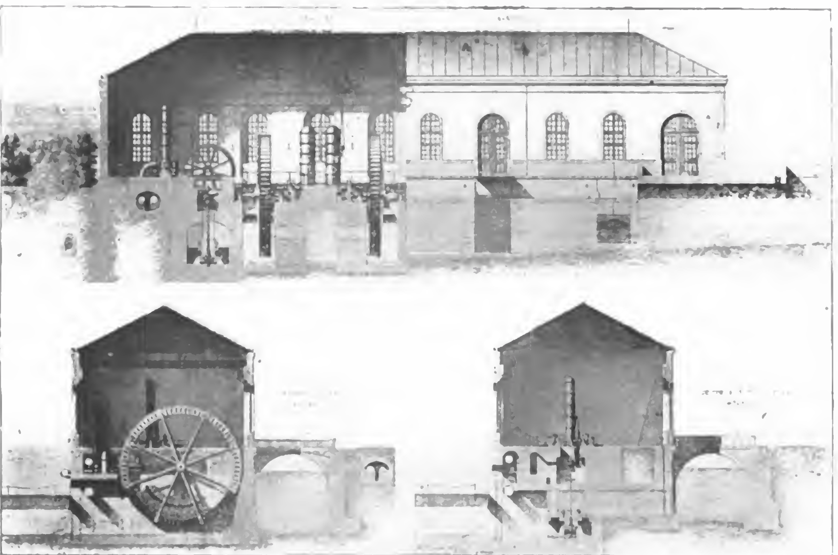


Fig. 641 à 643. — Usine hydraulique de Saint-Maur. — Élévation et Coupe.

29 36

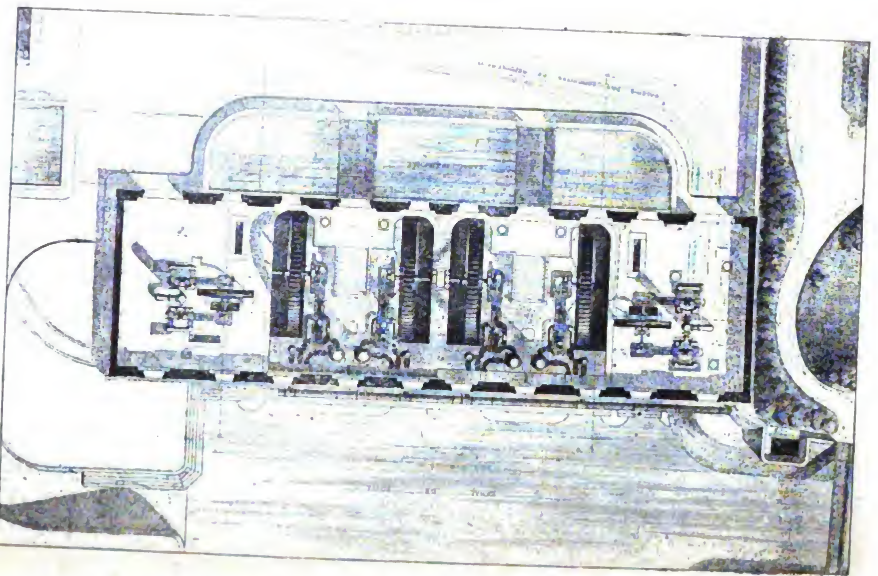


FIG. 644. — Usine hydraulique de Saint-Maur au Bois de Vincennes. — Plan.

la petite usine des drains de Flacy; on voit la ligne de drains pratiqués aux abords des points d'émergence naturels des sources, puis les eaux se réunissant dans des bassins ou réservoirs couverts d'où partent les aqueducs proprement dits; de petites lampes électriques éclairent l'intérieur des modèles et permettent d'y voir aisément le mode de construction.

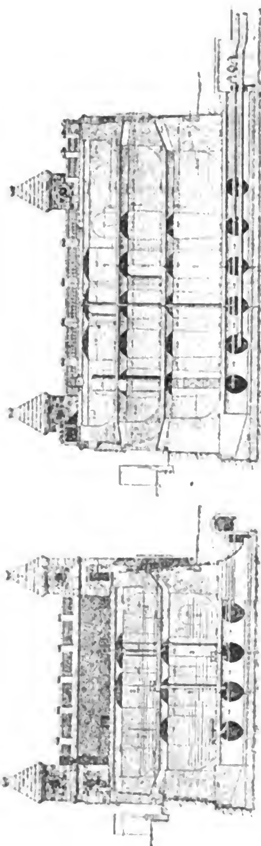


Fig. 615 et 616. — Réservoir de Montmartre.
Grand réservoir. (Coupe transversale.)
Petit réservoir. (Coupe transversale.)

Les eaux de source arrivent au moyen d'aqueducs souvent fort étendus. La Ville de Paris, soucieuse de donner à la population des eaux à l'abri de toutes critiques, poursuit depuis quelques années l'adduction de nouvelles sources, celles de la Vigne et de Verneuil (département de

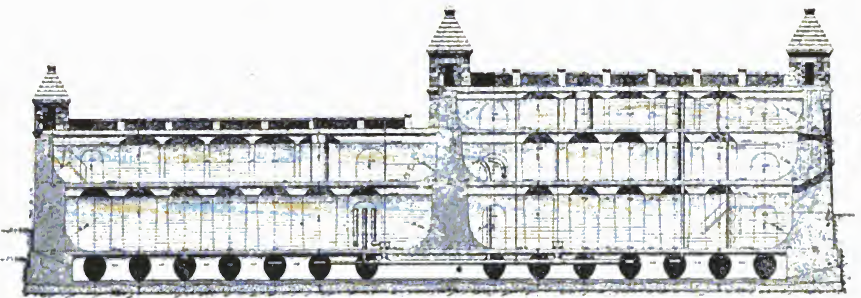


FIG. 647. — Réservoir de Montmartre. — Façade Sud.



FIG. 648. — Réservoir de Montmartre. — Coupe longitudinale.

l'Eure), qui apporteraient à la consommation quoti-



Fig. 619. — Bassin de la Villette. — Passerelle de 86 mètres d'ouverture au droit de la rue de la Moselle.

dienne un nouveau contingent de 100,000 mètres

cubes. Mais l'obtention des autorisations nécessaires est longue, ne fût-ce qu'à raison de l'opposition des populations; les travaux seront longs eux-mêmes à exécuter, et, la consommation de Paris s'accroissant



Fig. 650. — Bassin de la Villette. — Pont-levant de la rue de Crimée à l'entrée du bassin de la Villette (canal de l'Ourcq).
(Le tablier étant baissé.)

rapidement chaque année, aussi bien à cause de l'augmentation de la population que plus encore à cause des besoins hygiéniques qui se répandent de plus en plus, il était indispensable de donner immédiatement à la Ville l'eau qui lui était nécessaire. Tel a été l'objet des constructions d'usines auxquelles on a procédé depuis quelques années.

L'usine d'Ivry notamment, installée en amont de Paris, donne une eau de Seine relativement bonne, ainsi que l'ont démontré les analyses; elle peut refouler par jour jusqu'à 85,000 mètres cubes. Les dessins



Fig. 651. — Bassin de la Villette. — Pont-levant de la rue de Crimée à l'entrée du bassin de la Villette.
(Le tablier étant levé.)

et le modèle qui en sont exposés font nettement comprendre le jeu de ces pompes puissantes qui, en une seconde, envoient 1 mètre cube, une vraie rivière, à près de 100 mètres au-dessus du point où les eaux sont puisées. De même l'usine de Saint-Maur (eau de Marne) a été agrandie, et l'on vient d'achever à Bercy, en face du pont d'Austerlitz, une nouvelle

usine spécialement destinée au service des quar-

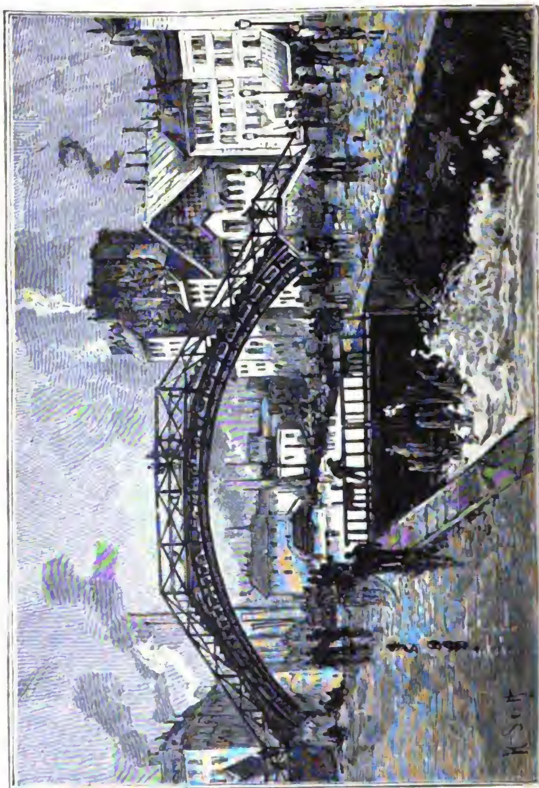


Fig. 652. — Le canal Saint-Martin.

tiers hauts du XVIIIe arrondissement (Montmartre).

Les eaux une fois amenées ou puisées par les aque-

ducs ou les usines élévatoires, il faut les emmaga-

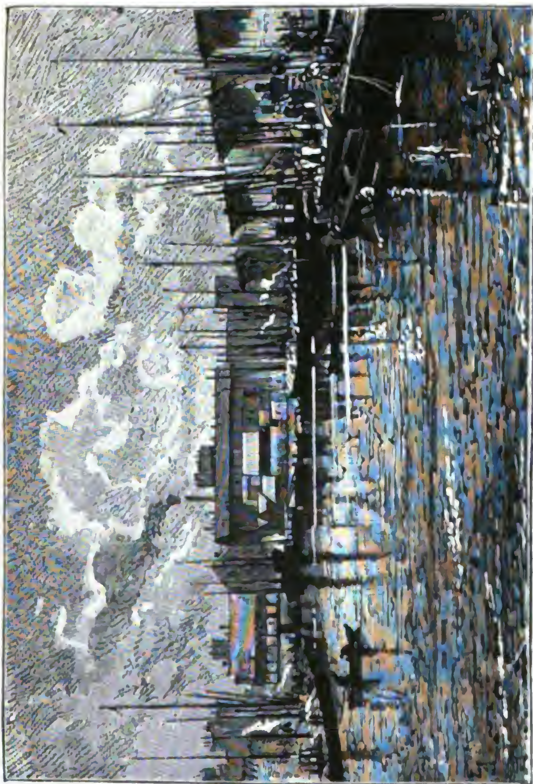


FIG. 653. — Les Docks à La Villette.

siner. On les reçoit dans de vastes réservoirs qui règlent en quelque sorte l'approvisionnement. L'ali-

mentation en eau est, en effet, sensiblement constante à toute heure, tandis que la consommation est très variable du matin au soir et d'un jour à l'autre. A Paris, les réservoirs sont construits soit dans la ville même, soit dans un rayon immédiat; de plus, tous les nouveaux réservoirs sont couverts de façon à maintenir l'eau plus fraîche en été, moins froide en hiver.

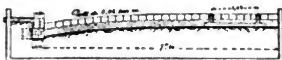


Fig. 654. — Passage en pierre sur sable.
Coupe d'une demi-chaussée.



Fig. 655. — Pavage en pierre sur béton.
Coupe d'une demi-chaussée.



Fig. 656.—Pavage en bois sur béton.
Coupe d'une demi-chaussée.



Fig. 657. — Asphalte sur béton.
Coupe d'une demi-chaussée.

On eût été conduit à des dépenses exorbitantes si l'on avait voulu les faire servir de bassins de décantation comme à Londres ; il eût été nécessaire de leur donner d'immenses surfaces. A Paris, c'était d'ailleurs superflu, puisque le but vers lequel on tend et qui sera sans doute prochainement atteint, c'est de ne consacrer exclusivement à l'alimentation que de l'eau de source qui n'a pas besoin de filtration.

Les réservoirs de Paris, tout en permettant aux eaux de se décanter légèrement, sont donc de simples réservoirs d'emmagasinement. Malgré cela,

on peut voir, par le beau modèle et les dessins du nouveau réservoir de Montmartre, quels ou-

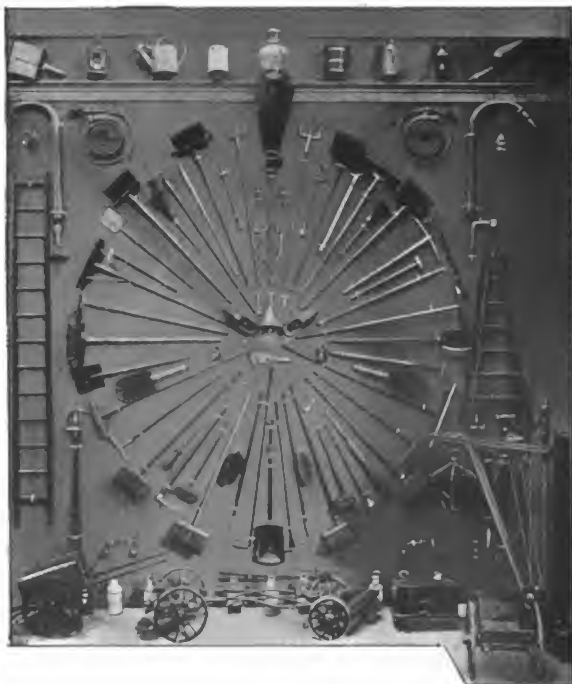


Fig. 658. — Service du Nettoiement. — Collection des divers outils et ustensiles employés dans ce service.

vrages imposants l'ingénieur est obligé de construire. Et ce réservoir ne contient que quelques milliers de

mètres cubes d'eau. On aurait jugé sans doute bien



FIG. 659. — Arrosage des Rues de Paris.

mieux de l'importance de ces nouvelles construc-

tions, si l'on avait exposé le modèle du réservoir ré-



Fig. 660. — Enlèvement des Ordures dans les Rues de Paris.
Les chiffonnières.

cemment élevé pour recevoir les eaux de l'usine d'Ivry

qui, comme celui de Montsouris (réservoir de la

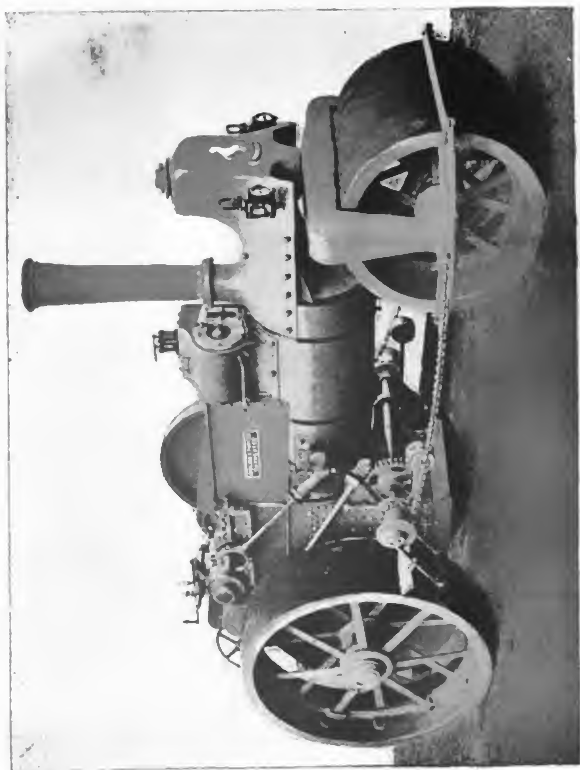


Fig. 681. — Cylindre des empierrements. — Rouleau compresseur. Système Aveling et Porter.

Vanne), peut emmagasiner 100,000 mètres cubes!

Le réservoir de Montmartre présente d'ailleurs cer-

taines dispositions qui justifient particulièrement les documents produits à son égard. Sa situation exceptionnelle, au sommet de la Butte, à côté de l'église du Sacré-Cœur, exigeait qu'on lui donnât un certain caractère architectural, et le problème à ce point de vue a été fort bien résolu. D'autre part, on sait com-



FIG. 662. — Carrière des Maréchaux. — Vue générale de la Carrière du Pont Vert.

bien difficiles sont les constructions sur cette butte excavée par les carrières, présentant des plans de glissement des plus dangereux, et l'on pouvait n'être pas sans inquiétude quant à la stabilité d'un pareil ouvrage. Cependant on a réussi; les réservoirs sont construits solidement, et les habitants de Montmartre vont dorénavant avoir l'eau à discrétion comme ceux des autres quartiers.

Après l'adduction et l'emmagasinement des eaux, vient le problème de leur distribution. La distribution se fait au moyen de tuyaux en fonte dont toute la série des modèles, depuis le diamètre de $0^m,06$ jusqu'à celui de $1^m,10$, est exposée au milieu de la galerie. Ces tuyaux, comme on sait, sont posés dans les égouts,



Fig. 663. — Carrière des Maréchaux. — Vue intérieure de la Carrière du Pont Vert. (Débards des formes.)

ou en terre, quand il n'y a pas d'égout, et l'on tend, comme nous l'avons dit, à avoir partout deux canalisations absolument indépendantes, l'une pour le service privé (eau de source et de rivière), l'autre pour le service public (eau d'Ourcq). Toute une série de modèles et dessins se rapportent à cette partie du service des Eaux : compteurs, manomètres, fontaines et bouches d'eau, etc. Les gra-

phiques doivent spécialement appeler l'attention. On y voit combien la consommation a augmenté depuis 1860 et combien elle est variable chaque année suivant les mois.

Le service des Canaux de l'Ourcq et de Saint-Denis se rattache au service des Eaux et expose un certain

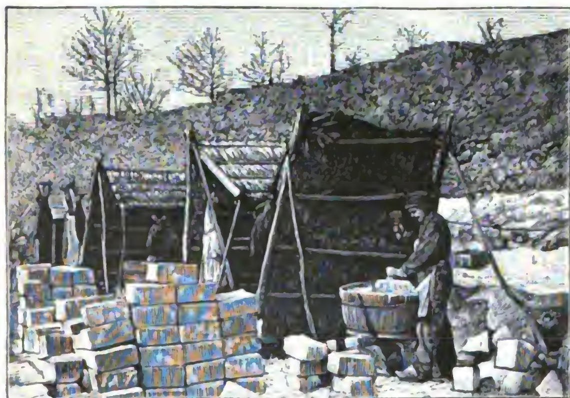


FIG. 664. — Carrière des Maréchaux. — Opération de la Taille au baquet au moyen du Ciseau.

nombre de vues des principaux bassins et ouvrages et de modèles des derniers travaux exécutés. Le pont-levant de la rue de Crimée est particulièrement à signaler à cause du principe de sa construction. Il se soulève tout d'une pièce, pour le passage des bateaux, au moyen d'appareils hydrauliques, et même au besoin avec des treuils à bras, ce qui présente de sérieux avantages économiques, et réduit notablement l'espace

occupé. Il convient de remarquer aussi la bâche très ingénieuse qui permet de réparer les parties dangereuses du canal de l'Ourcq sans interruption de la navigation. C'est une sorte de vaste bateau, ouvert aux deux bouts, que l'on peut déplacer à volonté en le faisant

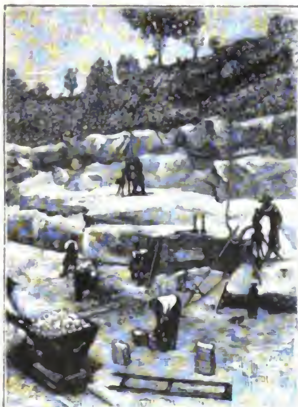


Fig. 665. — Carrière des Maréchaux. — Perforation mécanique des bancs. (Perforateurs mus par l'air comprimé venant des ateliers. 1 mèt. lin. de forage en 10 mètres.)



Fig. 666. — Carrière des Maréchaux. — Maître Carrier au travail. (Fente d'un bloc au moyen du couperet de 23 kilos.)

flotter, puis immerger aux points convenables; on n'a plus qu'à barrer en amont et en aval les zones latérales comprises entre le bord du canal et la bâche pour avoir d'excellents batardeaux à l'abri desquels on peut travailler à sec, tandis que la navigation s'effectue dans la bâche.

Citons encore la machine à faucarder et le type des nouvelles écluses du canal Saint-Denis avec sas de diverses longueurs et portes à un seul vantail.

Nous passons rapidement devant les panneaux où



Fig. 667. — Carrière des Maréchaux. — Maitre Carrier au travail. (Opération du dédoublage d'un bloc.)



Fig. 668. — Carrière des Maréchaux. — Carrière du Pont Vert. — Plan incliné à 45° pour travaux de Terrassement, montage du pavé et débard des formes.

sont réunis les documents exposés par l'Observatoire de Montsouris qui, pour l'air comme pour l'eau, se livre assidûment à des observations météorologiques, chimiques et micrographiques, et nous pénétrons dans la travée suivante, qui comprend : au milieu, les services de la Voie publique et des Promenades, des Carrières et le service Vicinal ; à droite, le service du

Plan de Paris; à gauche, le service des Travaux historiques.

L'exposition du service de la Voie publique et des Promenades comprend, en somme, Paris tout entier (1). Il s'agit de toutes nos voies publiques, de nos squares, de nos promenades, de tout ce qui frappe



FIG. 663. — Carrière des Maréchaux. — Station des Essarts-le-Roi. Ligne de Bretagne. — Quai de Déchargement de la voie de 0.60. — Mise en wagon des pavés de la carrière.

si vivement les étrangers. Il y a là des documents intéressants et sur lesquels il convient de dire quelques mots.

Le choix des meilleures dispositions à adopter pour

(1) Nous devons à l'obligeance de M. de Tavernier, ingénieur en chef des Promenades de la Ville de Paris et de la Voie publique, d'avoir pu visiter en détail tout ce service, remarquable à plus d'un titre. Nous le remercions également d'avoir bien voulu nous fournir des documents et une série de dessins et de croquis pour ce chapitre.

les chaussées dans une ville où la circulation dépasse sur certains points 25 ou 30,000 voitures par jour, est chose beaucoup plus délicate qu'on ne le pourrait penser, et bien des tâtonnements ont eu lieu en ce qui concerne les dimensions des pavés, la constitution des fondations, etc. Actuellement, et laissant de côté les



FIG. 670. — Carrière des Maréchaux. — Voie ferrée de 0,60 de largeur. Convoi de pavés et de meulière.

Tonnage moyen annuel : 30.000 tonnes.
Tonnage journalier moyen : 100 à 150 tonnes.

empierrements que l'on tend à supprimer dans le centre de Paris, on ramène les chaussées à 4 types principaux dont on a fourni des modèles au dixième. Ces quatre types sont :

1° Le pavage en pierre sur fondation en sable. C'est le type le plus habituel, celui à préférer, sauf pour les voies où les circonstances commandent d'adopter un revêtement insonore. Les pavés, quelle qu'en soit la nature, sont d'un échantillon ayant en longueur à peu

près une fois et demie la largeur avec une hauteur de 0,16 et se ramenant à 3 types ainsi définis :

$$\frac{0,14 \times 0,20}{0,16}, \frac{0,12 \times 0,18}{0,16}, \frac{0,10 \times 0,16}{0,16}.$$

La fondation en sable, suivant l'importance de la circulation, la nature du sous-sol, doit avoir de 0,12 à 0,20; les joints sont garnis en sable. Un tel pavage coûte moyennement 15 à 20 francs par mètre carré, et la dépense d'entretien annuel des plus variables peut être évaluée en moyenne entre 0 fr. 10 et



Fig. 671 et 672. — Laboratoire d'essai des matériaux.
Appareil à déterminer le coefficient d'usure des matériaux d'empierrement.

0 fr. 20 par mètre carré, sauf pour les voies très importantes.

2° Le pavage en pierre sur fondation en béton. Ce type est appliqué dans le cas de sous-sol mauvais, et très généralement quand il y a des voies de tramways; on y recourt aussi pour les chaussées de très grande circulation. La fondation en béton de ciment de Portland a 0,15 d'épaisseur; les pavés sont les mêmes que dans le cas précédent, et le prix est de 20 à 25 francs par mètre carré.

3° L'asphalte. Cette chaussée, excellente pour son insonorité, son imperméabilité, convient surtout pour

les voies étroites où le bois serait mal placé. La couche d'asphalte a 0,05 et le béton 0,15.

Le prix est d'environ 20 francs par mètre carré.

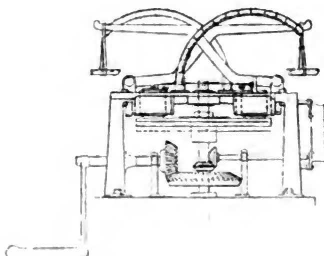


FIG. 673. — Laboratoire d'essai des matériaux. — Appareil à déterminer le coefficient d'usure des matériaux de pavage. (Élévation.)

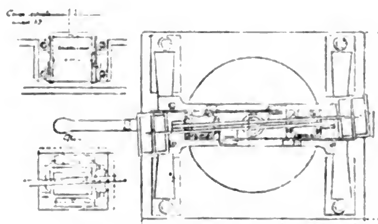


FIG. 674 à 676. — Appareil à déterminer le coefficient d'usure des matériaux de pavage. (Plan.)

4° Le pavage en bois, introduit depuis quelques années et si développé et apprécié à Paris. Le pavé de bois a 0,15 d'épaisseur comme la fondation, et le prix, pour les travaux actuellement exécutés en régie par la

Ville, n'est que de 18 francs en moyenne par mètre carré.

A ces quatre types, dont trois peuvent recevoir des voies de tramways qui s'associent mal avec l'asphalte, il faut ajouter l'empierrement si répandu encore dans les quartiers non centraux. On sait que l'entretien de ces chaussées se fait, depuis un certain

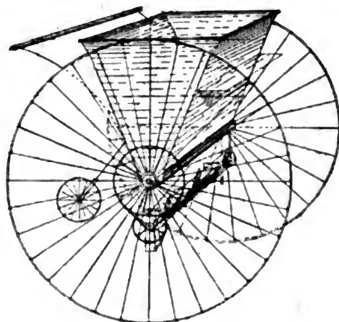


Fig. 677. — Sableuse Lesur.
Vue perspective.

nombre d'années et sauf cas spéciaux, sous forme de rechargements cylindrés le plus souvent à la vapeur.

Depuis la fin de 1888, la Ville exécute elle-même en régie le cylindrage à vapeur de tous les empierrements de Paris, du Bois de Boulogne et de Vincennes. Elle a acquis à cet effet trois rouleaux du système Gellerat et un du système Aveling et Porter ; elle expose plusieurs modèles de ces deux engins. La différence essentielle

entre les deux systèmes consiste en ce que la machine française (la plus ancienne; elle a été inventée en 1860 par M. Ballaison) comporte 2 rouleaux parallèles de même longueur et de même diamètre, tandis que la machine anglaise comporte 3 rouleaux, 2 à l'arrière, 1 à l'avant; la première est un bicycle; la seconde est un tricycle. Celle-ci évolue mieux, mais celle-là réussit

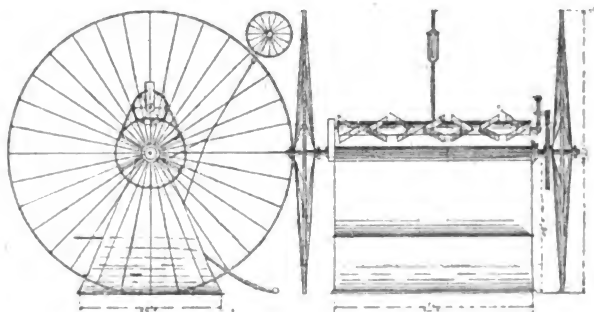


FIG. 678. — Sableuse Lesur.

Vue de face. Vue de côté.

mieux pour les rechargements épais ou sur sous-sol médiocre. Les prix de revient paraissent analogues, autant qu'on le peut conclure d'une expérience encore trop peu prolongée, et varient autour de 0 fr. 30 par tonne kilométrique.

Le nettoiement, y compris l'arrosement, présente beaucoup d'importance à Paris. C'est un service que l'on prend généralement pour modèle partout. La toilette de Paris! On en parle un peu dans toutes les grandes capitales. Le budget du nettoiement, tout com-



Fig. 679. — Pont Caulaincourt. — Élévation générale

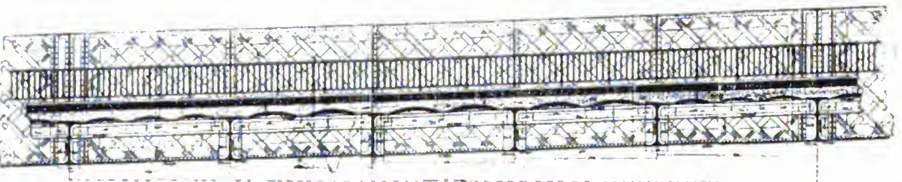


Fig. 680. — Pont Caulaincourt. — Coupe longitudinale.



FIG. 681. — Vue perspective du Square projeté à Montmartre.
Vue prise de la Place Saint-Pierre.

pris, atteint du reste environ 7 millions par an. Plus de 3,000 ouvriers sont employés au nettoiement. On s'arrête volontiers devant les modèles généralement au 1/5 ou à 1/2 du matériel de nettoiement.

Tout le monde foule aux pieds le bitume de nos trottoirs et l'asphalte de nos chaussées, matières que l'on confond souvent. Mais combien de personnes savent comment se prépare la poudre que l'on voit comprimer sur les chaussées, le mastic fluide que l'on voit couler sur les trottoirs? Le petit modèle type d'une usine d'asphalte et de bitume, construit de toutes pièces par un simple surveillant de la Ville, est intéressant à ce point de vue. On y voit le broyeur qui écrase la roche naturelle et le rotateur où elle est chauffée à 130° ou 140°; puis la chaudière où l'on fond le vieux bitume additionné de bitume minéral et de gravier fin, puis les locomobiles, etc.

Il convient de citer une série de documents, modèle en relief, plan, photographies, etc., qui se rapportent à la carrière de grès d'Yvette dite des Maréchaux, exploitée en régie par la Ville de Paris.

Cette exploitation en régie sert de régulateur aux prix des entrepreneurs qui fournissent le surplus des pavés d'Yvette, procure à la Ville environ un million d'excellents pavés chaque année, et lui assure des recettes qui en 1888 ont atteint près de 100,000 francs pour la vente des sous-produits, meulière, pavés tendres, grès pour verrerie, etc. Ce qui doit surtout appeler l'attention dans cette exploitation, ce qui en fait un type, ce sont les perfectionnements dont tout y a été l'objet : un chemin de fer à voie de $0^{m},60$ relie la carrière à la station des Essarts (ligne de Chartres); des transmis-

missions à l'air comprimé et même, depuis peu, des transmissions électriques actionnent mécaniquement les perforatrices, les wagons qui remontent les plans inclinés, etc. La main-d'œuvre en somme a été réduite au minimum, ce qui était utile dans une industrie insalubre ; l'absorption des poussières de grès étant dangereuse. Et les résultats de cette exploitation sont à ce point fructueux que la Ville a été conduite récemment à étendre la concession qu'elle tient de l'État.

C'est en régie également que la Ville fait maintenant tous ses travaux de pavage en bois : elle achète elle-même ses bois, les tronçonne, les injecte, les met en œuvre. L'usine, dont les dessins sont exposés, n'offre rien de particulièrement remarquable, mais il est bon de jeter les yeux sur les échantillons des bois employés : pin des Landes (pin maritime), sapin du Nord (pin sylvestre) et pitch-pin, ils offrent des différences considérables de structure. Ces trois essences ne sont d'ailleurs pas appliquées indistinctement ; chacune possède ses qualités propres et convient à tels ou tels cas.

Les acquisitions de pavés de pierre se chiffrent chaque année, tout compris, par plus de 2,500,000 francs pour la Ville. Les fournitures des matériaux d'empierrement, de ciment, de chaux, etc., montent également à des chiffres énormes. Dans l'intérêt des finances municipales comme dans l'intérêt de la circulation et de la conservation des ouvrages, il convient de ne pas laisser le temps seul révéler si tels matériaux sont bons et tels autres mauvais. Tous doivent être examinés au préalable, et c'est la mission d'un laboratoire spécial dont l'exposition très com-

e

plète comprend toute une série d'échantillons de



FIG. 682. — Plan de Paris. — Seigneuries de Clichy
Actuellement 8e et 17e arron

ciments de Portland ou de Vassy, de roches asphaltiques, de matériaux de pavage et d'empierrement. A

ceux-ci sont attribués des coefficients d'usure qui



e et de Monceau. (Voir plus loin la même Vue en 1889.)
t Villes de Clichy et Levallois.

permettent de les classer, de les répartir selon les prix offerts et la circulation des voies, etc.

Ces coefficients sont déterminés au moyen de deux



Fig. 643. — Défense de Pantin en 1814 par le Général Compans — Peint par F. Schommer.

machines comprises dans l'exposition. Pour les pavés,

on use l'échantillon sur une meule, et on compare sa



FIG. 684. — Défense de Pantin en 1814 par le Général Compans (par F. Schommer).
Décoration pour la Salle des Fêtes de la Mairie de Pantin

perte de poids avec celle fournie par le type. Pour

les empierrements, l'usure est produite par la rota-

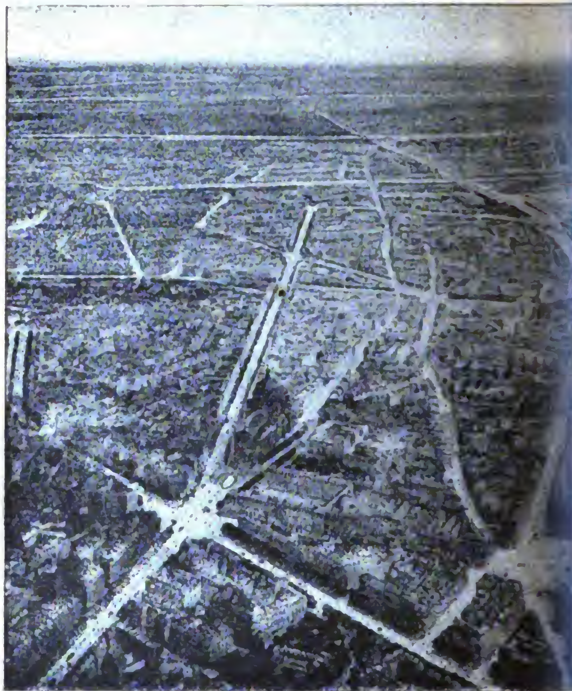


FIG. 683. — Plan de Paris. — Vue des 8e
Territoire des anciens

tion dans un cylindre. A côté de ces machines on voit une machine à saler et à sabler, inventée par un agent

du service municipal. Le sable a un rôle bien connu.



rondissements et des Villes de Clichy et de Levallois.
s de Clichy et de Monceau.

Quant au sel, qui détermine la fusion de la neige pour toute température inférieure à — 18°, il rend depuis



FIG. 686. — L'Abreuvoir, par Paul-Albert Baudoin.

Fragment de la décoration exécutée pour la Salle des Mariages de la Mairie d'Arcueil-Cachan.



FIG. 687. — Les Blanchisseuses, par M. Paul-Albert Baudoin.

Fragment de la décoration exécutée pour la Salle des Mariages de la Mairie d'Arcueil-Cachan.

1880 les plus grands services et met la ville désormais à l'abri des terribles conséquences des

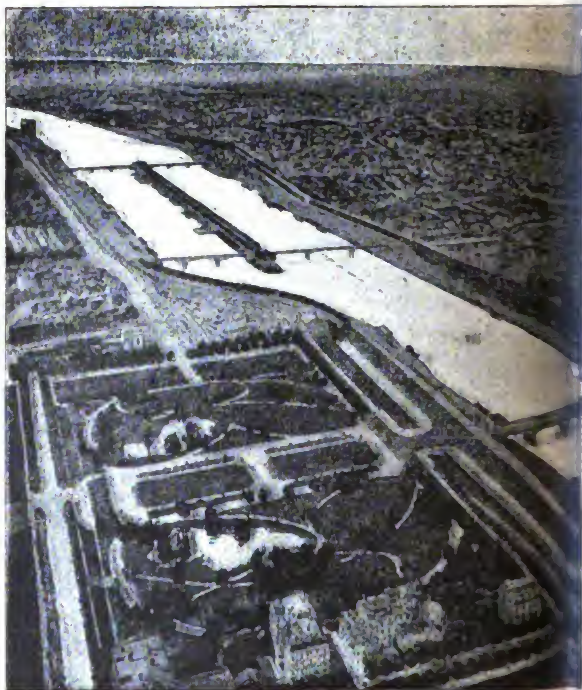


Fig. 688. — Plan de Paris. — Vue sur Pa...

chutes de neige, comme celles de décembre 1879.

Pendant cet hiver néfaste, on dépensa près de

2,500,000 francs, et la circulation souffrit pendant un mois. Maintenant, en huit jours et avec une dépense



jardins du Champ-de-Mars et du Trocadéro.

de 500,000 francs peut-être, on déblaierait Paris dans les mêmes circonstances. Moyennement, on peut éva-

luer à 11 grammes la consommation de sel par mètre carré et par centimètre d'épaisseur de neige.



Fig. 689. — Le Paradis perdu, par Jean Gautherin.
Groupe en marbre décorant le parc Monceau.

Les grands ouvrages exécutés depuis dix ans par le service de la Voie publique sont peu nombreux; il convient cependant d'accorder une mention exceptionnelle au pont de la rue Caulaincourt jeté au-des-

sus du cimetière Montmartre; ce pont met en communication facile le haut du IXe arrondissement et les



FIG. 690. — Cimetière de la Ville de Paris à Bagneux.
Vue prise de la Route stratégique.

quartiers jusqu'ici déshérités de la Butte. Les fondations ont dû être descendues au milieu de gypse

mouillé jusqu'à 20 et 22 mètres, et le tablier est entièrement en acier, ce qui est encore rare en France.



Fig. 691.
Rue :

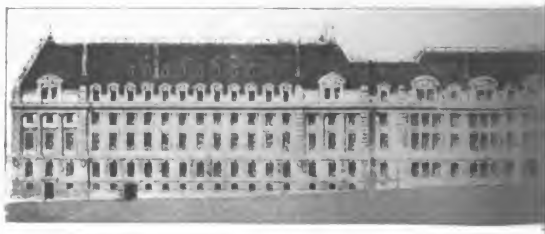


Fig. 692.
Rue et pl

Il nous faut aller plus vite, sous peine de n'en jamais finir, avec toutes les curiosités du pavillon. Voici les modèles de toute une série d'ouvrages métalliques con-

struits pour le service vicinal : le pont de Suresnes est à signaler à cause de la forme de ses arcs. Ce service expose



a Sorbonne.
acques.



a Sorbonne.
a Sorbonne.

encore une série de graphiques qui font nettement ressortir l'énorme accroissement de la population et de la circulation dans les communes qui entourent Paris.



Fig. 693. — Lycée Voltaire.
Façade sur l'Avenue de la République.

Voici une magnifique carte des carrières, avec coupes géologiques, exposé par le service des Mines; on y peut voir combien est excavé le sous-sol du département de la Seine, particulièrement sur la rive gauche; Mais peu à peu on consolide ces anciennes carrières dans tous les points intéressant la sécurité publique.

Voici, encore exposés par le service des Promenades, une aquarelle et un grand modèle en relief du square projeté sur le flanc de la Butte Montmartre au-dessous de l'église du Sacré-Cœur et du réservoir des eaux; ce square, auquel prête si bien le relief du terrain, ne sera pas l'un des moindres attraits de Paris et pourra rivaliser avec le parc des Buttes Chaumont; l'absence de ressources n'a encore permis que de l'amorcer en exécutant les travaux de soutènement indispensables; la dépense totale atteindra environ 1 million.

Le public examine aussi curieusement les grandes aquarelles dressées sous la direction du Conservateur du Plan de Paris et représentant fidèlement, à cent ans d'intervalle, en 1789 et en 1889, les quartiers avoisinant la Bastille et ceux de la plaine Monceau (1). Les premiers ont bien changé, mais en somme n'ont fait que s'accroitre. Les seconds, au contraire, abritent aujourd'hui plusieurs centaines de milliers d'habitants là où il y a tout au plus vingt-cinq ans il n'existait que des champs et quelques rares maisons. Le service du Plan de Paris expose encore toute une série de plans comparatifs d'un grand intérêt.

Nous traversons en hâte les salles consacrées aux

(1) Le dessin de ces belles toiles est dû à l'habile conservateur du Plan de la Ville de Paris, M. Hochereau. La peinture est de MM. Didier, Vautier, Bourgeois, etc.

Beaux-Arts, qui ont été organisées avec un goût parfait par MM. A. Renaud, inspecteur en chef et R. Brown, chef de bureau. Nous y trouvons réunies une série de

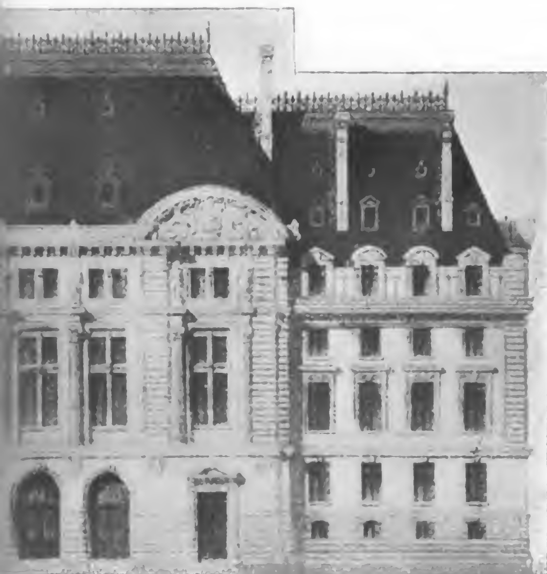


Fig. 691 -
Rue

peintures décoratives de MM. Baudoin, Comerre, Delahaye, Glaize, Schommer, Séon, destinées à différentes mairies; on sait en effet combien aujourd'hui on cherche à donner à la fois plus de vie et un caractère plus artistique aux salles des édifices communaux.

Dans les travées suivantes sont réunis les reliefs, dessins, etc., du service d'Architecture.

Il convient d'y remarquer tout spécialement ce qui



Sorbonne,
oles.

se rapporte à la nouvelle Sorbonne et à la Faculté de Médecine. Aucun de ces monuments n'est encore terminé.

A signaler encore les panneaux relatifs à la Bourse du Travail et à la caserne Schomberg, à différents

groupes scolaires, au lycée Buffon, au lycée Voltaire qui seront prochainement inaugurés.

Mais il nous faut bien limiter à regret ici cette esquisse trop courte et cependant déjà bien longue.

Elle suffira sans doute pour montrer toute l'importance de cette exposition spéciale. On a beaucoup fait à la Ville, beaucoup travaillé depuis dix ans.

Cette Exposition, qu'il serait bien désirable que l'on nous conservât, donne une juste idée des efforts considérables accomplis dans ces derniers temps par le Conseil municipal, par la Préfecture de la Seine, et par les éminents ingénieurs de la Ville de Paris.

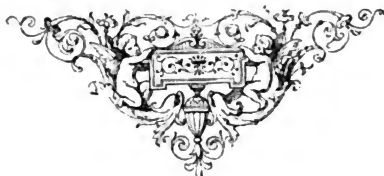


TABLE DES NOMS CITÉS



TABLE DES ILLUSTRATIONS[1]

1. — Les chiffres entre ( ) qui suivent le texte indiquent les numéros des illustrations; ceux sans désignent les folios où elles se trouvent.

FIN DE LA TABLE DES ILLUSTRATIONS

EXTRAIT DU CATALOGUE. — ENVOI FRANCO CONTRE MANDAT-POSTE

Publications diverses

Le Trésor de la Famille. — Encyclopédie des connaissances utiles dans la vie pratique, par J.-B. Houzé. — 20e édition, 900 pages. Relié en toile . . . . **6 fr.**

Les Enfants. — Leur éducation et leur instruction. Ce qu'il importe de faire savoir aux hommes et aux femmes, par Champfleury.—4e édition avec planches en couleur, eaux-fortes et 70 gravures . . . **7 50**

L'Homme. — Développement physique et intellectuel de l'homme, par le Dr Gustave Le Bon. Un volume in-8°, 87 gravures . . **7 fr.**

Les Sociétés. — Leurs origines et leurs développements, par le Dr Gustave Le Bon. Un vol. in-8°. **7 fr.**

Le Médecin des Enfants. — Hygiène et maladies. Guide des mères de famille et des instituteurs, d'après Bock, Ballard et Bower-Harrison, par A.-C. Barthélemy (*docteur en médecine*). 3e édition. Un volume . . . **1 fr.**

Les Plantes médicinales et usuelles de nos champs, jardins, forêts. — Descriptions et usages des plantes comestibles, suspectes, vénéneuses, employées dans la médecine, dans l'industrie et l'économie domestique, par H. Rodin (*membre de la Société botanique de France, lauréat, etc.*). 7e édition. Un volume avec 200 gravures. Relié . . . . **4 fr.**

La Chirurgie du Foyer. — Traité pratique contenant : Inflammations, abcès, brûlures, plaies, maladies virulentes, tumeurs, empoisonnements, asphyxies, etc., etc., par le Dr Ch. Babault (*ancien interne des Hôpitaux*). Un volume avec 45 gravures. Relié . . **3 50**

Les Eaux naturelles. — Études physiologiques et médicales, sur toutes les eaux thermo-minérales, salées, minérales et douces, en bains et boissons. Les plus renommées en France et à l'étranger, et leur usage, par le Dr Théophile Josset. Un volume. . . . **1 50**

La Lithotritie et la Taille. — Guide pratique pour le traitement de la pierre, par le Dr S. Civiale (*membre de l'Institut*). Deuxième édition. Fort volume in-8°, 50 figures, relié. . . . . . . **16 fr.**

La Fièvre typhoïde (ou Traité de clinique médicale), par J. Fuster (*Professeur*). Fort volume, relié. . . . . **10 fr.**

La Goutte. — Sa nature et son traitement, par le professeur Ebstein. Traduction par le Dr Ernest Chambard (*ancien interne des Hôpitaux de Paris*). — Précédée d'une introduction par le Dr Charcot (*membre de l'Institut*). Un volume avec 12 chromos. **15 fr.**

Venins et Poisons. — (*Empoisonneurs et empoisonnés.*) — Leurs fonctions dans la vie et leurs utilité et dangers pour l'homme, par le Professeur A. Coutance. — Un volume avec vignettes . . **10 fr.**

Le Microscope. — Théorie et applications; traité illustré d'après

HAGER, par PLANCHON et HUGOUNENG. — Introduction par M. PLANCHON (*directeur du Jardin botanique*). Un volume, de 350 vignettes. Relié . . . . **4** fr.

Les Animaux utiles. — Leur histoire naturelle au point de vue de *l'industrie, des arts* et *de la médecine*. Description des animaux, leurs mœurs, régimes, usages, produits, par RAOUL BOULART (*préparateur au Muséum*). Un volume, 186 figures. Relié **3 50**

A travers un Siècle. — Souvenirs d'un savant français. Histoire et sciences (1780-1865), par Léon DUFOUR (*membre de l'Institut*). In-8°, avec vignettes et portraits **7 50**

Le Gouvernement et le Parlement britanniques, par le comte DE FRANQUEVILLE. — Tome I. Le Gouvernement. — Tome II. Constitution du Parlement. — Tome III. La Procédure parlementaire. — Publication de luxe, 3 volumes in-8, formant 1,768 pages. **30** fr.

Le Télégraphe terrestre, sous-marin et pneumatique. — Histoire, principes, mécanismes, applications, règlements, tarifs, etc., par PAUL LAURENCIN. — Un volume, 150 gravures. Relié **3 50**

Le Monde sidéral. — Description des phénomènes célestes, par ZURCHER et MARGOLLÉ. Un volume, avec 66 vignettes **3 50**

L'Eau, avec 23 compositions originales faites par A. SEZANNE (*de l'Académie de Bologne*). Texte par Alphonse DAUDET, Charles YRIARTE, Paul ARÈNE, Henri de PARVILLE. Ouvrage de grand luxe tiré à 525 exemplaires seulement.
Exemplaires avec planches sur cuivre imprimées en couleur fac-simile d'aquarelle, texte en 5 couleurs, **60** fr.; relié. . . . . . . **80** fr.
Exemplaires avec planches en noir, texte en 5 couleurs, **30** fr. : relié. . . . . **40** fr.

Grand Atlas universel, contenant 51 cartes géographiques sur toutes les parties du monde, d'après les explorations les plus récentes et les documents les plus authentiques, par WILLIAM HUGHES. Introduction par E. CORTAMBERT. Avec *Index général* contenant tous les noms qui se trouvent portés dans l'Atlas. Un volume in-folio, avec 51 cartes gravées sur acier et imprimées en couleurs. Relié en toile. . . . . . **100** fr. En demi-maroquin. . **125** fr.

Nos Zouaves. — Historique, Création du Corps, Faits d'armes, les Régiments, la Vie intime, par PAUL LAURENCIN. Un volume in-8, avec 88 illustrations par Camille Bellangé, Hippolyte Bellangé, Berne-Bellecour, Bocourt, Gaston Claris, Detaille, d'Otémar, Horace Vernet, Yvon. **8** fr. ; — relié . . . **10** fr.

Ville et Village. — Par LOUIS ENAULT. Ouvrage de grand luxe avec 124 gravures, texte tiré en rouge et noir. Relié, sous couverture sur japon, en 8 couleurs, tranches dorées. . . . . . **20** fr.

Les Souffrances du Professeur Delteil, par CHAMPFLEURY. — 5e édition, 24 gravures par CRAFTY. Un volume . . . . **5** fr.

Au Hasard du Chemin. — Voyage de jeunes naturalistes de la Manche aux Alpes. Études pittoresques de nos Bêtes, Plantes et Pierres. Leur description, station, classification, mœurs, usages, récolte et conservation, par M. et Mme STANISLAS MEUNIER. — Un volume, 400 pages avec 666 gravures.

Il y a deux éditions : l'édition de luxe avec 20 chromos et planches hors texte, dessinées par ALLONGÉ. 20 fr.; — relié. . . . . . **25** fr.
Édition sans planches . . . **15** fr.

Autour du Concile. — Souvenirs d'un artiste à Rome, par Charles YRIARTE. — Volume in-8°, avec 90 eaux-fortes et illustrations, par HEILBUTH, DETAILLE, GODEFROY-DURAND, LIX, BOCOURT, WALLET, DE LIPHART . . **8** fr.; relié **10** fr.

César Borgia, par Charles YRIARTE, d'après les documents des dépôts des Romagnes, des Simancas, des Navarres. Deux volumes imprimés avec luxe, grand in-8°, portraits, médailles, monuments, écussons, autographes et cartes. **20** fr., sur papier de Hollande . . . **40** fr.

Entomologie — Ornithologie

PISCICULTURE

Musée entomologique illustré. — Histoire iconographique en 3 volumes in-4°, publiée par une réunion d'Entomologistes français et étrangers. Avec 122 chromos et 1050 vignettes, représentant en couleur les Insectes, Chenilles, Chrysalides, Métamorphoses, les plantes dont ils vivent, et leur organisation.

Chaque volume se vend séparément :

1. — Les Coléoptères. — Un volume 48 planches en couleur et 335 vignettes. **30** fr.; — relié. **35** fr.

2. — Les Papillons, — par A. DEPUISET. 2ᵉ édition. Un volume, 50 planches en couleur et 260 vignettes. **30** fr.; relié. . . **35** fr.

3. — Les Insectes. — Histoire naturelle des *Orthoptères*, *Thysanoptères*, *Névroptères* (Libellules, Éphémères, Friganes, etc.); des *Hyménoptères* (Abeilles, Guêpes, Fourmis, Ichneumons); des *Hémyptères* (Punaises, Cigales, Pucerons, etc.); des *Aphaniptères*, *Strepsiptères*, *Diptères* (Mouches, Cousins, Oestres, etc.); des *Aptères* (Lépismes, Podures, Puces, Poux). Un volume 24 planches en couleur et 460 vignettes. **30** fr.; relié. . . . . **35** fr.

Les Papillons de France. — Guide du jeune Naturaliste. Histoire naturelle, mœurs, chasse, collections, etc. Un volume in-8°, 110 vignettes et 19 chromos. **7** fr.; relié . . . . **10** fr.

Les Coléoptères de France. — Leur histoire naturelle à l'usage des commençants. Un volume in-8°, avec vignettes et 10 pl. en couleur . . . . **7** fr.

Nos Insectes (à l'exception des Papillons et des Coléoptères). — Leur histoire naturelle pour les commençants. Un volume in-8°, avec vignettes et 10 pl. en couleur. **7** fr.

L'Abeille. — Anatomie et sa physiologie, par GIRDWOYN. In-fol. avec 12 lithogr. et texte. **25** fr.

Le Cocon de Soie. — Histoire de ses transformations, Description des races civilisées et rustiques, Production et Distribution géographique, Maladies des vers à soie, Physiologie du cocon et du fil de soie, par DUSEIGNEUR-KLÉBER. — 2ᵉ édition, in-folio, 37 planches et planisphère séricicole. . . **40** fr.

Musée ornithologique illustré d'Europe. — Classification, Synonymie, Description et Mœurs des Oiseaux d'Europe, avec portrait, œufs et nids en couleur. — Texte très détaillé par O. des Murs. — Ouvrage de luxe, grand in-8°, 345 chromos. La publication forme 4 parties en 5 vol. avec 1000 pages de texte. — Tome I. *Les Oiseaux d'eau ou Palmipèdes* (**50** fr.). — Tome II. *Les Oiseaux de rivage et de terre* (Échassiers et Coureurs) (**45** fr.). — Tome III en deux volumes : *Les Oiseaux des champs et des bois* (y compris les Corbeaux, les Pies et les Geais), ou les Passereaux des auteurs (**80** fr.). — Tome IV. *Les Oiseaux de proie* (**40** fr.). — L'ouvrage complet, **200** fr. — Reliure par volume. . . . . **5** fr.

Ornithologie du Salon. — Synonymie, description, mœurs et nourriture des oiseaux de volières européens et exotiques, par R. Boulart (*préparateur au Muséum*). — Un volume, 75 vignettes et 45 chromos, représentant les oiseaux, œufs et nids. **30** fr.; — rel. . . . . **35** fr.

Les Perroquets. — Leur description, mœurs, nourriture, anecdotes, etc. Un vol. grand in-8°, avec 50 chromos (sous presse). **30** fr.

Les Poissons d'Eau douce et de Mer. — Synonymie, Description, Mœurs, Frai, Pêche, Iconographie des espèces, composant plus particulièrement la faune d'Europe, par H. Gervais et R. Boulart (*aides-naturalistes au Muséum*). Introduction par Paul Gervais (*membre de l'Institut*). Trois volumes grand in-8°, 850 pages de texte, 130 vignettes et 260 chromotypographies. — Tome I. *Les Poissons d'eau douce*, **30** fr.; relié, **35** fr. — Tome II. *Les Poissons de mer* (1re partie), **45** fr.; relié, **50** fr. — Tome III. *Les Poissons de mer* (2e partie), **45** fr.; relié . . . . **50** fr.

La Pisciculture fluviale et maritime en France, par Jules Pizzetta et M. de Bon (*commissaire général de la Marine*). — Un volume, 212 gravures. Relié. . . . . **4** fr.

Pathologie des Poissons. — Traité des Maladies, des Monstruosités et des Anomalies des Œufs et des Embryons, par Michel Girdwoyn. Un volume in-folio, 11 planches. . . . . **20** fr.

L'Industrie des Eaux. — Culture des plages maritimes, par H. de la Blanchère. — Préface de Coste (*membre de l'Institut*). 70 gravures. Relié. . . . . **3** fr.

Le Monde microscopique des Eaux, par Jules Girard. — *La Vie animale dans l'eau.* — *Les Végétaux microscopiques.* — *La Microgéologie.* — Un volume avec 70 gravures. Relié. **3 50**

Botanique — Horticulture

Flore pittoresque de la France. — Botanique illustrée contenant : Anatomie, Physiologie, Classification et Description de toutes les Plantes françaises, indigènes et cultivées. Suivie de 4 études, agricole, horticole et forestière. Ouvrage in-4°, 1000 gravures, une Carte

agricole de la France et Atlas avec 82 chromos, par GUSTAVE HEUZÉ (*inspecteur général de l'Agriculture*), BOUQUET DE LA GRYE (*conservateur des Forêts*), STANISLAS MEUNIER, J. PIZZETTA, et B. VERLOT. 3e édition. **35** fr.; — relié. **40** fr.

A travers Champs! — Botanique populaire pour tous. — Histoire des principales familles végétales, par Mme LE BRETON, revue par J. DECAISNE (*membre de l'Institut*). 2e édition. Un volume, 746 gravures. **7** fr.; — relié. **10** fr.

L'Esprit des Fleurs. — Symbolisme et Science, par Mme EMMELINE RAYMOND. Un volume in-4° formant un *Langage des Fleurs*. 64 chromos, représentant 400 plantes. Le texte est en 5 couleurs. **15** fr.; — relié. . . . . . **20** fr.

Les Orchidées. — Histoire, botanique, commerce, culture, maladies, emploi, description, avec liste des espèces cultivées, par DE PUYDT. Un volume, 242 vignettes et 50 chromos, **30** fr.; — relié, **35** fr.

Les Plantes à Feuillage coloré. — Les plus remarquables pour décoration des parcs, jardins, serres et appartements, par CHARLES NAUDIN (*membre de l'Institut*). Deux volumes, 121 chromotypographies et 120 vignettes. — 4e édition. **60** fr.; — reliés. . . **70** fr.

Les Fougères et les Sélaginelles. — Les plus remarquables pour décoration des serres, parcs, jardins et salons, par A. RIVIÈRE, ANDRÉ, ROZE. Deux volumes, 156 chromos et 239 vignettes; **60** fr.; — reliés. . . . . **70** fr.

Les Plantes alpines. — Station, culture, emploi, description des espèces indigènes et exotiques par B. VERLOT. Un volume, 50 chromotypographies et 78 grav., 2e édit., **30** fr.; — relié . **35** fr.

Les Palmiers. — Botanique, description, emploi, culture. Index général des noms et synonymes de toutes les espèces connues, par OSWALD DE KERCKHOVE DE DENTERGHEM. — 2e *édition*, avec 40 chromos, in-8°, 228 gravures, **30** fr.; — relié. . . . . . **35** fr.

Les Palmiers utiles et leurs alliés. — Description, Propriétés, Produits, Usage et Emploi dans l'Alimentation, l'Agriculture, la Médecine, les Arts et l'Industrie, par JULES GRISARD et M. VANDEN-BERGHE. — Un volume, 16 chromos et 120 vignettes. . . **25** fr.

Les Roses. — Recueil des espèces et variétés les plus estimées, cultivées en France et à l'étranger. Dessinées par Mlle KERMABON, d'après nature, dans les cultures de M. MARGOTTIN fils. — Ouvrage de grand luxe paraissant en fascicules grand in-folio, avec 60 chromos et texte par CHARLES NAUDIN (*membre de l'Institut*). (*Sous presse.*)

Traité pratique des Champignons. — Flore mycologique de la France; description des espèces comestibles, vénéneuses, suspectes, et des champignons employés dans le commerce, l'industrie et la médecine, par l'abbé J. MOYEN (*professeur d'Histoire naturelle*). Un fort volume de 850 pages in-8°, divisé en 2 parties, avec 334 vignettes et Atlas de 20 planches en chromo. Relié . . . . . . **12** fr.

L'Olivier. — Histoire, Botanique, Physiologie, Culture, Produits, Usage, Commerce, Distribution

géographique et Bibliographie de l'Olivier, par A. Coutance. Un volume in-8°, 190 gravures. **15** fr.

Les Maladies des Plantes cultivées, des arbres fruitiers et forestiers, occasionnées par le sol, l'atmosphère, les parasites, etc. — D'après Tulasne, Bary, Berkeley, Hartig, Sorauer, etc., par A. d'Arbois de Jubainville (*conservateur des Forêts*) et J. Vesque (*préparateur au Muséum*). Un volume, 48 vignettes et 7 planches en couleur. . . . . **4** fr.

La Vigne dans le Bordelais. — Commerce, Culture, Histoire naturelle, etc., par Aug. Petit-Lafitte (*professeur*). Un volume, avec 75 gravures . . . . **12** fr.

Les Promenades de Paris. — Histoire, Description des embellissements, Dépenses de création et d'entretien des bois de Boulogne et de Vincennes, Champs-Élysées, Parcs, Squares, Boulevards, Places plantées, par A. Alphand (*inspecteur général au Corps des Ponts et Chaussées*). — 2 volumes in-fol., 80 gravures sur acier, 23 chromolithographies et 487 gravures sur bois . . . . **500** fr.
Sur Hollande. . . . **1 000** fr.

L'Art des Jardins, par A. Alphand (*directeur général des Travaux de la Ville de Paris*). Etude historique, composition des Jardins, plantations, décoration artistique des Parcs et des Jardins. Traité pratique et didactique. — 3ᵉ édition. Ouvrage in-4°, 512 illustrations représentant : plans, kiosques, ponts tracés, architecture et la flore ornementale. — **20** fr. ; — en reliure, **25** fr. ; — sur Hollande. **30** fr. ; — sur Japon . . . **40** fr.

Traité de Culture maraîchère, par A. Dumas (*professeur d'Horticulture*). 4ᵉ édition. Un volume, 186 gravures. **3 50**

Arboretum et Fleuriste de la Ville de Paris. — Description, culture, usages de tous les arbres, arbrisseaux, plantes herbacées et frutescentes de plein air et de serre employées dans l'ornementation des Parcs et des Jardins, par A. Alphand. Un vol. in-folio. . **50** fr.

Les Conifères. — Traité pratique des arbres verts ou résineux, indigènes et exotiques, par C. de Kirwan (*inspecteur des Forêts*). Deux vol., 106 gravures. Reliés. **5** fr.

Les Arbres verts ou Conifères, par MM. Veitch et fils. — Ouvrage de luxe in-8°, orné de nombreuses gravures. Traduction par Schneider, revue par M. Doumet-Adanson. (*Sous presse.*)

Les Ravageurs des Vergers et des Vignes. — Histoire naturelle, mœurs, dégâts, moyen de les combattre, avec une étude sur le phylloxera, par H. de la Blanchère. Un volume, 100 vignettes. **3 50**

Forêts — Agriculture

Dictionnaire vétérinaire. — Hygiène, médecine, pharmacie, chirurgie, multiplication, perfectionnement des animaux domestiques, par L. Felizet. Introduction par J.-A. Barral. — 2ᵉ tirage relié **3 50**

Revue des Eaux et Forêts. —

Annales forestières), paraissant depuis 1842 :

Ire Partie : **Journal des Intérêts forestiers.** — Économie forestière, Exploitation, Statistique, Mercuriales, Reboisement, Régime des Eaux, Pisciculture, Chasse, Louveterie, Métallurgie, etc.

IIe Partie : **Répertoire de Législation et de Jurisprudence forestières.**

Prix de l'abonnement : **15** fr. par an pour la France. Avec l'Annuaire des Eaux et Forêts, **18** fr. — Pour l'étranger. . . **20** fr.

Table de la Revue des Eaux et Forêts. Un volume contenant par ordre alphabétique, les matières et les noms d'auteurs de la 1re série (Années 1862 à 1885). — Prix. **6** fr.

Guide du Forestier. — Résumé complet des règles de la culture et de la surveillance des forêts, par A. Bouquet de la Grye (*conservateur des Forêts*). 8e édition en 2 volumes . . . . **5** fr.

Tome premier : La Sylviculture, avec 70 gravures, relié. . **2 50**

Tome second : La Surveillance des Forêts, relié. **2 50**

La Maison du Garde. — Notions d'Hygiène, d'Économie domestique et d'Agriculture, par E. Poucin (*conservateur des Forêts*). — Un volume, avec 142 gravures. Relié. **3 50**

L'Aménagement des Forêts. — Traité pratique de la conduite des exploitations de forêts en taillis et en futaie, par Alfred Puton (*directeur de l'Ecole forestière*). 2e édition, avec gravures. Relié **3 50**

Manuel de Cubage et d'estimation des bois en futaies, taillis, arbres abattus ou sur pieds. Notions pratiques sur le débit, la vente et la fabrication de tous les produits des forêts, tarif de cubage des bois en grume ou équarris. Table de conversion, par A. Goursaud (*inspecteur des Forêts*). 4e édition. Un volume relié. **1 50**

L'Art de Planter. — Traité pratique de l'art d'élever en pépinière et de planter les arbres forestiers, fruitiers et d'agrément ; revu par L. Gouet (*directeur de l'Etablissement d'arboriculture aux Barres*). 3e édition, avec 16 gravures. Relié **3 50**

Code de la Législation forestière. — Recueil des lois, décrets, ordonnances, avis du Conseil d'État et règlements en matière de forêts, chasse, louveterie, dunes et reboisement, par A. Puton (*directeur de l'Ecole forestière*). Relié. **3 50**

Reboisement et Gazonnement des Montagnes. — Traité pratique, par P. Demontzey (*administrateur général des Forêts*). 2e édition. Un fort volume in-8°, 105 gravures . . . . **15** fr.

Les Ravageurs des Forêts et des arbres d'alignement. — Histoire naturelle, mœurs, dégâts des insectes, moyens de les combattre et de restaurer les plantations, par H. de la Blanchère et par Eug. Robert. 6e édition. — Un vol. avec 162 gravures, relié. . . . . **4** fr.

Les Oiseaux utiles et nuisibles aux forêts, champs, jardins, vignes, etc., par H. de la Blanchère. 5e édition, avec 150 vignettes. Relié . . . . **4** fr.

Géologie — Paléontologie

MINÉRALOGIE — CHIMIE

Les Alpes, au point de vue de la Géographie physique et de la Géologie. — Avec 14 héliogravures et deux cartes au 1/600,000e indiquant les courbes d'horizon des Panoramas, par A. CIVIALE. — Prix . . . . **65** fr.

Les Roches. — Description et analyse au microscope de leurs éléments minéralogiques et de leur structure, leurs gisements et leurs emplois, par ED. JANNETTAZ (*maître de Conférences à la Sorbonne*). 2e édition, 215 gravures, 19 planches, dont 10 en chromos, et 2 cartes géologiques en couleurs. — Relié toile. . . . . **7** fr.

Traité de Paléontologie. — Description et figures des animaux et végétaux fossiles; excursions paléontologiques en France; moyen pour extraire et préparer les fossiles, par STANISLAS MEUNIER (*aide-naturaliste au Muséum*). Un volume, 2 cartes géologiques en couleurs, 815 vignettes. Relié. **7** fr.

La Paléontologie et les Roches, pris ensemble . . . . . . **12** fr.

Précis de Pétrographie. — Introduction à l'étude des Roches, d'après A. DE LASAULX, par H. FORIR (*ingénieur des Mines*). — Introductions par les professeurs G. DEWALQUE et CH. DE LA VALLÉE-POUSSIN. — Un volume relié. **5** fr.

Minéralogie, Géologie et Eaux minérales.— Traité pratique par J.-L. SOUBEIRAN. — Un volume. 240 gravures. Relié. . . . . **4** fr.

Traité pratique de Minéralogie, par E. JANNETTAZ (*aide-naturaliste au Muséum*). Un vol. in-8e avec 800 grav. et 10 chromos (*sous presse*).

Les Minéraux. — Détermination sûre et rapide au moyen de simples recherches chimiques par voie sèche et par voie humide. — D'après KOBELL, par le comte L. DE LA TOUR DU PIN, avec nombreuses additions par F. PISANI (*professeur de Minéralogie*). 3e édition. Relié **2 50**

La Terre. — Son histoire. Étude de ses transformations successives, par H. DE LAGRENÉ (*inspecteur général des Ponts et Chaussées*). Un volume relié. . . . . **2** fr.

Géologie technologique. — Traité de ses applications aux arts et à l'industrie : Agriculture, Architecture, Génie civil, Métallurgie, Céramique, Teinture, Peinture, Joaillerie. — D'après PAGE, par STANISLAS MEUNIER. Un volume, 80 gravures, relié. **3 50**

La Terre végétale. — De quoi elle est faite; comment on l'améliore. — Guide pratique de géologie agricole, par STANISLAS MEUNIER. Un volume avec vignettes et une carte agricole de la France. Un volume relié . . . . **3** fr.

Chimie et Géologie agricoles. — D'après JOHNSTON et CAMERON, par STANISLAS MEUNIER. Un volume, 200 vignettes, relié **3 50**

Diamants et Pierres précieuses. — Descriptions, extraction, emploi artistique et industriel, évaluation, commerce des pierres précieuses, du corail et des perles. Avec une monographie historique des bijoux, joyaux et orfèvrerie. Un volume in-8°, 350 gravures et chromo, par Jannettaz, Vanderheym, Fontenay et A. Coutance, **20** fr.; — relié . . . . **25** fr.

Le Chalumeau. — Analyses qualitatives et quantitatives. — D'après Kerl, et avec additions d'après Berzelius, Plattner, Bunsen, Merz, H. Rose. — Suivies d'un tableau et d'un appendice pour les applications minéralogiques, par Édouard Jannettaz. Un volume avec vignettes **3 50**

Traité pratique d'Analyse chimique à l'aide des méthodes gravimétriques. — D'après Thorpe, par Stanislas Meunier. Un volume, 111 vignettes, relié. . . . . **5** fr.

Traité pratique d'Analyse chimique à l'aide des méthodes volumétriques. — D'après F. Sutton, par Ed. Finot et A. Bertrand. Un volume, 95 vignettes; relié. **5** fr.
Les deux **Traités d'Analyses**, pris ensemble. . . . . **8** fr.

Sport — Chasse

Les Hommes de Cheval. — Les grands Maîtres, l'Équitation savante, les Écuyers de Cirque, les Hommes de Cheval, les Cavaliers, les Steeple-Chasers. — Publication illustrée de 160 Portraits et de Chromo-typographies faisant un traité complet de l'équitation, depuis Baucher jusqu'à nos jours, par le Baron de Vaux. — Précédé d'une lettre du général L'Hotte et du colonel Guérin, traitant de l'instruction équestre, de la gymnastique, escrime, du manège, etc. — 80 exemplaires sur vélin, teinté de *Hollande*, avec portraits en deux états : **100** fr.; — 40 exemplaires sur *peau d'âne*, avec portraits en deux états : **75** fr.; — 970 exemplaires sur simili-Japon, avec portraits en bistre. Prix, **60** fr.; — relié . . . . **70** fr.

L'Amazone au manège et à la promenade. — Traité illustré de l'Équitation des dames, par F. Musany. — Ouvrage de luxe avec 206 vignettes dessinées par Frédéric Régamey. Sous couverture, papier imitation maroquin. Prix. **10** fr.

Les Chevaux de Course. — Pedigree, Description et Historique des étalons pur-sang anglais et français, depuis 1764 à 1887, par S.-F. Touchstone (de la *Vie sportive*). Avec 60 portraits d'après nature, ou d'après Hary-Hall, par V.-J. Cotlisson et Le Nail. — Un volume in-folio oblong, avec 300 pages de texte et 60 planches en chromo. — Le texte est orné de 182 illustrations par Crafty, Le Nail, Cotlisson, etc. **60** fr. Relié. . **75** fr.

Le Cheval et son Cavalier. — Traité illustré d'hippologie et d'équitation; école pratique pour la connaissance, l'éducation, la conservation et l'amélioration du cheval de course, de chasse et de guerre, par le Comte de Lagondie. — Un fort volume orné de nombreuses vignettes. 5e édition (*sous presse*).

Comment choisir un Cheval. — Connaissances pratiques sur l'anatomie, l'extérieur, les races; principes pour essayer les chevaux de selle et d'attelage, par le comte DE MONTIGNY (*ancien Inspecteur général des Haras*). — Un volume avec 130 vignettes, 3e édition. — Relié. . . . . **5** fr.

Comment dresser un Cheval. — Connaissances pratiques d'hippologie, dressage du cheval de selle, principes d'attelage, extérieur, maréchalerie, hygiène, etc., par le comte DE MONTIGNY. Un volume avec 80 vignettes. — Relié. **5** fr. Les deux volumes *Choix* et *Dressage* pris ensemble. . . . . **8** fr.

Traité d'Équitation de haute école. — *L'Art équestre.* — 1re partie : Iconographie des allures et changement d'allures, par E. BARROIL. — Préface par le capitaine RAABE. - Un volume avec 177 vignettes et dessins, **15** fr. — 2e partie : Dressage raisonné du cheval, par E. BARROIL. — Introduction du commandant BONNAL. — Un volume avec 85 vignettes et dessins, **15** fr. — Les deux parties ensemble en un volume. . . . . **24** fr.

Les Chiens d'arrêt. — Races anglaises. — Dressage. — Hygiène, par PAUL CAILLARD, avec 12 aquarelles dessinées d'après nature par O. DE PENNE, et 40 vignettes par TAVERNIER et O. DE PENNE. — Un volume in-folio oblong, texte en noir et bistre ; les aquarelles sont mises sur pierre par MM. MESNARD et GAULARD ; elles sont montées sur bristol blanc : **50** fr. — Relié à coins. . . . . . . **60** fr.

Le Chien. — Description des races, croisements, élevage, dressage, maladies et leur traitement, d'après STONEHENGE, YOUATT, MAYHEW, BOULEY, HAMILTON-SMITH. 2e édition. Volume avec 126 vignettes, relié en toile grise à biseaux, avec fers spéciaux, tranches en couleur . . . . **5** fr.

Le Gibier Plume ou les Oiseaux de Chasse. — Description, mœurs, acclimatation, chasse, par le marquis de CHERVILLE. 3e édition, avec traité sur le Fusil. Superbe volume, avec 34 chromo et 64 vignettes, par E. de LIPHART, **12** fr., — relié. . . . . **15** fr.

Le Gibier Poil ou les Quadrupèdes de la Chasse. — Description, mœurs, acclimatation, chasse, avec traité du *Chien courant*, par le marquis DE CHERVILLE. 3e édition. Publication avec 30 eaux-fortes sur zinc, en couleurs, et 70 vignettes par KARL BODMER. Broché, **12** fr.; relié, **15** fr. Les deux volumes (*le Gibier Plume* et *le Gibier Poil*) pris ensemble, brochés, **20** fr.; — reliés . . **24** fr.

Les Animaux des Forêts. — Histoire naturelle, chasse à courre, chasse à tir, entretien, conservation, reproduction. 2e édition, par R. CABARRUS. — Un volume illustré de 84 gravures. Relié . . . **2 50**

Guide du Chasseur devant la Loi. — Recueil des lois, ordonnances et circulaires ministérielles, avec les dispositifs de toutes les décisions concernant la chasse, par F. TECHENEY. Un volume, 270 pages, relié. **2 50**

Paris. — Typ. Georges Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. — 21870.

HENRI DE PARVILLE

Exposition Universelle

LETTRE-PRÉFACE

PAR

A. ALPHAND

[illegible]

[illegible]

LE CHAMP-DE-MARS

[illegible]

L'ESPLANADE DES INVALIDES

PARCS ET JARDINS

[illegible]

LES FÊTES DU CENTENAIRE



PARIS  [illegible]  PARIS

[illegible]

Paris. — Typ. G. Chamerot, 19, rue des Saints-Pères. [illegible]


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06394 4774